

15h 226638

DE FUSARIUMZIEKTE VAN KOMKOMMER
EN MELOEN

PUBLICATIE VAN DEN PROEFTUIN
ZUID-HOLLANDSCH GLASDISTRICT
No. 9

De Fusariumziekte van komkommer en meloen

door

Ir Y. VAN KOOT

OVERDRUK
VAN No. 42 DER MEDEDEELINGEN VAN DEN
TUINBOUWVOORLICHTINGSDIENST
1944

INHOUD

	Blz.
I. HET ZIEKTEBEELD BIJ KOMKOMMER EN MELOEN	7
II. DE PARASIET	8
III. VATBAARHEID EN WAARDPLANTEN	10
a. Aantasting van kiemplanten	10
b. Invloed van uitwendige omstandigheden	11
1. De weers- en klimaatsomstandigheden	11
2. De watervoorziening van de komkommer	12
3. De bemesting	13
4. De toestand van den grond.	16
5. De aard van het broeimateriaal.	19
6. Nitriëtvorming.	20
7. Slotopmerking	21
c. Waardplanten	22
1. Komkommer	22
2. Meloen	22
3. Boonen	23
4. Andere waardplanten.	24
d. Kweeken van onvatbare rassen	25
e. Enting op onvatbare onderstammen	26
IV. LEVENSWIJZE VAN DE PARASIET.	32
a. Het overblijven in den grond	32
b. Afscheiding van toxinen.	34
c. Invloed van uitwendige omstandigheden	35
1. De temperatuur	35
2. De bemesting	36
3. De toestand van den grond.	37
d. De afstervingstemperatuur	38
e. Antagonisme tusschen Fusarium-stammen	39
f. Verspreiding van de schimmel	41
V. MAATREGELEN VAN HYGIËNE	41
a. Zaadontsmetting	42
b. Opkweeken van jong plantmateriaal	42
c. Ontsmetting van houtwerk en gereedschappen.	43
d. Opruiming van zieke plantenresten	43
e. Gebruik van dommest en staal.	43
f. Gietwater	44

	Blz.
VI. GRONDONTSMETTING	44
<i>a.</i> Stoomen van den grond	44
<i>b.</i> Ontsmetting met chloorpicrine	48
<i>c.</i> Andere chemische ontsmettingsmiddelen	52
<i>d.</i> Locale ontsmetting	54
1. Chloorpicrine	54
2. Formaline	55
3. Kwikmiddelen	57
<i>e.</i> Insmeren van de pooten met kopermiddelen	58
VII. BESPREKING DER MOGELIJKHEDEN TOT BESTRIJDING	58
VIII. ENKELE ANDERE SCHIMMELZIEKTEN VAN DE KONKOMMER	60
<i>a.</i> Slaapziekte (<i>Verticillium albo-atrum</i>)	60
<i>b.</i> Rankenrot (<i>Sclerotinia libertiana</i>).	61
<i>c.</i> Pythiumrot (<i>Pythium irregulare</i> e.a.)	61
<i>d.</i> Botrytisrot (<i>Botrytis cineria</i>).	61
<i>e.</i> Vruchtvuur (<i>Cladosporium cucumerinum</i>)	62
IX. SAMENVATTING. SUMMARY.	63
X. LITERATUUR.	67

DE FUSARIUM-ZIEKTE VAN KOMKOMMER EN MELOEN

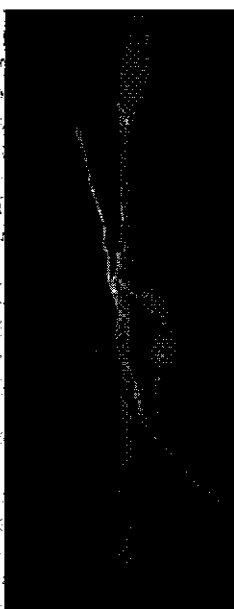
De bedoeling van deze mededeeling is, een overzicht te geven van onze huidige kennis van deze door de tuinders zoo gevreesde ziekte. Ter verkrijging van een afgerond geheel zullen enkele resultaten van reeds eerder gepubliceerde onderzoeken (RIETBERG (23) en VAN KOOT (11)) nog eens in het kort besproken worden.

I. HET ZIEKTEBEELD BIJ KOMKOMMER EN MELOEN

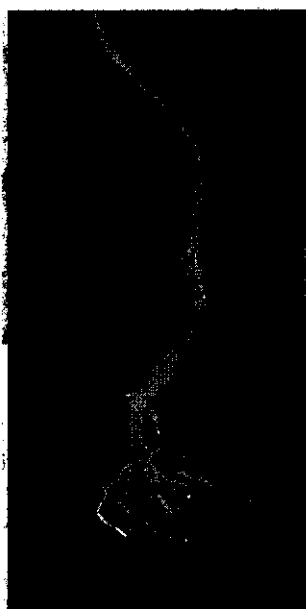
Het eerste uitwendig zichtbare symptoom van deze ziekte bestaat gewoonlijk uit een bruinkleuring aan den poot van de komkommer- of meloenplanten, beginnend op de grens van grond en lucht (afb. 1). Deze bruinkleuring breidt



afb. 1



afb. 2



afb. 2a

zich geleidelijk uit, soms tot hoog den stengel op. Tegelijkertijd begint de plant slap te hangen. Deze verwelking kan zich op een zonnigen dag, vooral in den middag, plotseling in heviger mate openbaren. De planten kunnen dan in enkele dagen tijds afsterven. Meestal worden ze dan overdekt met schimmelpluis, dat aanvankelijk wit, later rose gekleurd is (afb. 2 en 2a). Het optreden van de rose kleur hangt samen met de vorming van zeer talrijke sporen, waarmede de *Fusarium*-schimmel zich door de lucht kan verspreiden. Dit schimmelpluis is soms reeds zichtbaar voordat de plant duidelijke verwelking vertoont. Een dergelijke plant is echter niet meer te redden en sterft binnen enkele weken geheel af. Bij het uit den grond trekken van dergelijke planten blijken de poot en het wortelstelsel meestal grootendeels verrot te zijn. De poot vertoont bovendien vaak diepe spleten of scheuren. Ook inwendig

treedt bruinkleuring op, welke blijkbaar uitgaat van de houtvaten. Wanneer men namelijk een aangetast stengel doorsnijdt even boven de plek, waar de uitwendige bruinkleuring ophoudt, dan ziet men een aantal bruine stippen ter plaatse van de houtvaatbundels. Uit deze bruine verkleuringen laat zich meestal gemakkelijk de *Fusarium* isoleeren, ook indien de schimmel niet reeds naar buiten uit den stengel gegroeid is.

Soms kan men een bruine plek aantreffen ter halver hoogte op den stengel,



afb. 3

of ergens op een rank, al dan niet gepaard gaande met een wit-rose schimmel-ontwikkeling. De dichtst aangrenzende bladeren hangen slap en zijn geelbruin verkleurd; weldra hangt de geheele bovenste helft van de plant slap. Ook dit verschijnsel kan een gevolg zijn van *Fusarium*-aantasting. De schimmel heeft zich dan blijkbaar door de lucht verspreid door middel van zijn sporen. De kiemende sporen zijn den stengel binnengedrongen. De poot van de plant kan dan nog geheel gezond zijn. Inderdaad werd in enkele van dergelijke gevallen de *Fusarium*-schimmel uit den stengel geïsoleerd, terwijl uit den poot niets groeide. Ook bij deze wijze van aantasting is de plant gedoemd spoedig te sterven.

Een derde vorm van aantasting treft men vooral bij platglas-kom-

kommers en meloenen aan. Men ziet dan vaak de planten verwelken en afsterven, zonder dat er schimmel uit den stengel naar buiten groeit (afb. 3). Ook bruinkleuring komt uitwendig niet voor. De in den grond zittende poot en wortels blijven echter na uittrekken geheel vergaan te zijn. Hooger op in den poot zijn de vaatbundels vaak eenigszins bruin gekleurd, en hieruit kan men de *Fusarium*-schimmel het beste isoleeren. De aantasting dringt in dergelijke gevallen moeilijk in den stengel door; de plant moet echter afsterven, omdat de watertoevoer uit de aangetaste wortels onvoldoende wordt. Slaagt de plant er echter in, aan de ranken voldoende nieuwe wortels te vormen, dan kan zij zich nog geruimen tijd in leven houden en soms schijnbaar herstellen.

Zooals uit het volgende zal blijken, zijn de verschillen in symptomen deels het gevolg van het voorkomen van verschillende soorten van *Fusarium*. Daarnaast hebben de groei-omstandigheden en de wijze van besmetting eveneens invloed op het beeld van de ziekte.

II. DE PARASIEET

De *Fusarium*-schimmel behoort tot de groep van de Fungi imperfecti, d.w.z. dat er geen geslachtelijke voortplanting (bijv. door vruchtlichamen met z.g. ascosporen) van deze schimmel bekend is. Zij vormt een wijd vertakte massa draden, het z.g. mycelium, dat zich zoowel in als buiten op de plant

kan ontwikkelen. Hieraan worden tijdens het groeiseizoen de talloze sporen gevormd, die aan het mycelium de rose kleur verleen. Wanneer men deze sporen onder den microscoop bekijkt, dan blijken zij typisch gekromd te zijn; men noemt ze dan ook wel sikkelsporen. Deze sikkelsporen verspreiden zich gemakkelijk door de lucht naar naburige planten, die ze soms ook bovengronds kunnen aantasten, waarbij ze het beschreven tweede ziektebeeld veroorzaken. Verder kan de *Fusarium*-schimmel ook nog z.g. chlamydosporen vormen. Dit zijn zeer dikwandige, ronde sporen, die goed bestand zijn tegen allerlei weersomstandigheden, en dan ook dienen voor overwintering. Zij komen met de afstervende plantenresten in den grond terecht.

Aan den vorm en de wijze van voorkomen van deze beide soorten van sporen kan men de verschillende vormen van *Fusarium* onderscheiden. Men kent n.l. een groot aantal verschillende *Fusaria* (in het totaal wel \pm 200). Vele van deze *Fusaria* kunnen in onzen cultuurgrond aanwezig zijn. De meeste zijn echter gelukkig niet in staat om de komkommers of meloenen ziek te maken. Wij kennen op het oogenblik de volgende *Fusaria*, die deze gewassen wel kunnen aantasten:

1. *Fusarium bulbigenum* var. *niveum*. Deze werd in Amerika aangetroffen op watermeloen en netmeloen (WILSON (32) en LEACH (13)). In ons land komt deze vorm voor op komkommer (RIETBERG (23)).

2. *Fusarium oxysporum* var. *aurantiacum*. Deze werd in verschillende Europeesche landen aangetroffen, vooral op netmeloen (WOLLENWEBER en REINKING (33) en LINDFOES (15)).

3. *Fusarium angustum*, die een hevige stengelaantasting kan veroorzaken.

4. *Fusarium orthoceras*, die eveneens een hevige stengelaantasting kan veroorzaken, waarbij de schimmel gemakkelijk uit den stengel naar buiten groeit. Deze vorm is reeds eerder in Europa gesignaleerd (WOLLENWEBER en REINKING (33)).

5. *Fusarium orthoceras* var. *longius*. Deze *Fusarium* veroorzaakt een wat minder hevige stengelaantasting.

6. *Fusarium solani* var. *Martii*. Deze kan alleen maar de wortels en den poot van de komkommer- en meloenplanten aantasten, waarbij het laatst beschreven ziektebeeld ontstaat. Sommige vormen van *Fusarium solani* werden reeds in Frankrijk op cantaloupen waargenomen (DUFRENÖY (4)).

De laatste 4 *Fusarium*-soorten komen in ons land veelvuldig voor en zijn reeds eerder uitvoerig beschreven (VAN KOOT (11)).

7. *Fusarium oxysporum*. Deze vorm werd onlangs in de omgeving van Amsterdam aangetroffen, waarbij een hevige stengel-aantasting en schimmelontwikkeling optrad.

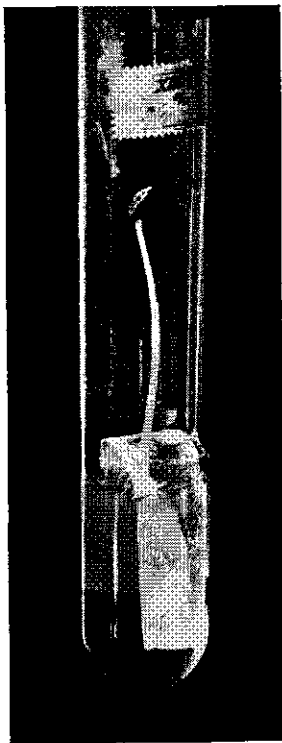
Voorts kunnen nog tal van andere *Fusarium*-soorten van zieke komkommerplanten geïsoleerd worden. Deze moet men echter als secundair beschouwen. Zij leven gewoonlijk saprophytisch op organische resten in den grond. Slechts komkommerplanten, die door andere ziekten of ongunstige omstandigheden verzwakt zijn, kunnen door deze soorten van *Fusarium* aangetast worden. Zij komen vooral voor op ongeveer afgestorven planten. Het is dan ook, in het bijzonder bij het laatst beschreven ziektebeeld, vaak moeilijk vast te stellen, wat de oorzaak van de kwaal is, slaapziekte of *Fusarium*. Vooral

in een vergevorderd ziektestadium is de vaststelling van de oorzaak moeilijk, zoo niet onmogelijk. De zich secundair ontwikkelende *Fusarium*-soorten zijn n.l. vaak nauw verwant aan de voor de komkommer gevaarlijke, parasitaire soorten, zoodat het veel tijd en onderzoek zou vereischen om uit te maken met welke *Fusarium* men in elk afzonderlijk geval te doen heeft.

III. VATBAARHEID EN WAARDPLANTEN

a. Aantasting van kiemplanten

Men ziet de ziekte meestal optreden bij oudere komkommerplanten. De schimmel heeft eenigen tijd noodig om de wortels geheel te doorgroeien en den stengel aan te tasten. Pas als de plant veel water noodig heeft voor de vorming van de vruchten, wordt de ziekte acuut en gaan de planten verwelken en afsterven. Men moet echter niet denken, dat jonge planten niet



afb. 4

vatbaar zijn voor *Fusarium*. Wanneer de kweekgrond in sterke mate besmet is, kunnen de jonge planten op het plantbed, „de plantenrij”, wel degelijk reeds aangetast worden. Zij gaan dan slap hangen en vertoonen vaak reeds duidelijk een bruinen poot en een dicht witrose mycelium-dons op het stengeltje. Bij aanwezigheid van dergelijke planten, zijn ook de uiterlijk nog gezonde planten van zoo'n plantbed niet meer te vertrouwen. De planten kunnen n.l. reeds geruimen tijd geïnfecteerd zijn, voordat de eerste symptomen van de ziekte zichtbaar worden. Anderzijds komt het ook vaak voor, dat jonge komkommerplanten afsterven door andere oorzaken. Vooral onder ongunstige weersomstandigheden ziet men de pooten van de planten vaak wegrotten. De tuinder zegt dan wel, dat zijn planten last hebben van een „kouden poot”. Hierbij speelt vaak *Pythium*, de schimmel die als kiemplantendooder bekend staat, een rol.

Zooals uit eerder gepubliceerde onderzoeken (VAN KOOT (11)) gebleken is, vertoont de vatbaarheid van kiemplanten voor *Fusarium* een groote overeenkomst met de vatbaarheid van volwassen planten. Bij het voortgezette onderzoek naar de vatbaarheid van komkommer-, meloenen- en boonen-rassen, alsmede bij het onderzoek naar de vatbaarheid van andere gewassen (zooals andijvie, peen, enz.) en ook van onderstammen voor komkommers en meloenen, is dan ook weer gebruik gemaakt van de kiemplantmethode in

cultuurbuizen. Men kan hiermee in korten tijd de vatbaarheid van een groot aantal planten onderzoeken. Op het oogenblik wordt deze methode aldus uitgevoerd. De zaadjes worden te kiemen gelegd op een strookje filtreerpapier, dat over een glazen tafeltje hangt en met de beide uiteinden in 50cc Knop's oplossing steekt en de vloeistof opzuigt naar de zaadjes (afb. 4). De zaadjes worden te voren ontsmet met 0,25 % cerasan droog, terwijl

buizen, glazen tafeltjes, filtreerpapier en voedingsoplossing tevoren gesteriliseerd worden. Nadat de zaadjes gekiemd zijn ('s winters door ze enkele dagen in een warme thermostaat te laten staan), worden de kiemplantjes besmet met de verschillende *Fusarium*-stammen door een klein stukje gestoomde rijst met mycelium aan te brengen op de grens van worteltje en stengeltje. Na enkele weken is de vatbaarheid dan goed te beoordeelen. De ervaring is, dat jonge kiemplantjes onder deze omstandigheden nog vatbaarder zijn dan de groote planten. Wanneer men dus bij de kiemplanten een type aan zou treffen, dat resistent is tegen de verschillende *Fusarium*-stammen, dan bestaat er inderdaad een behoorlijke kans, dat een dergelijk type ook in de practijk resistent zal blijken.

b. Invloed van uitwendige omstandigheden

Deze werden reeds uitvoerig behandeld in een vorige uitgave van den Tuinbouwvoorlichtingsdienst (RIETBERG (23)). Wij zullen ons hier daarom bepalen tot een korte samenvatting, aangevuld met een aantal gegevens, verkregen uit eigen waarnemingen en onderzoeken.

1. De weers- en klimaatsomstandigheden

De luchtvochtigheid heeft weinig invloed op de ontwikkeling van de ziekte. Wel schijnt een hooge luchtvochtigheid het uit den stengel naar buiten groeien van de schimmel te kunnen bevorderen, waardoor de ziekte gemakkelijker herkend kan worden. Dat men onder platglas meer gevallen aantreft dan in de kas van komkommer- en meloenplanten die verwelken, zonder dat er typische symptomen van *Fusarium*-aantasting zichtbaar zijn, hangt echter niet uitsluitend met de geringere luchtvochtigheid samen, maar ook met het overwegen van andere *Fusarium*-soorten (*Fusarium solani* var. *Martii*).

De temperatuur heeft grooteren invloed op de ontwikkeling der ziekte. Lage grondtemperaturen tengevolge van een slechte broei van den mest of te koude vochtige bedden maken den poot van de planten zeer vatbaar voor rottingsverschijnselen: koude poot. Soms heeft men dan ook waargenomen, dat op de plantenrijen, waar meer broeimateriaal gebruikt wordt, de *Fusarium*-ziekte minder voorkomt. Toch treft men volgens opgaven in de literatuur de ernstigste *Fusarium*-aantastingen aan bij hoogere temperaturen: 20—25° C. (LEACH en CURRENCE (14)). Bij een vatbaarheidsonderzoek in het najaar 1942 (zie onder c, tabel 5), bleken de planten, die in een beter verwarmde kas stonden, gemiddeld 2—4 weken langer in leven te blijven. Toch was de temperatuur hier niet hooger dan 20° C. Bij zeer hooge temperaturen (30—35° C.) treft men in elk geval de ziekte juist weer minder aan. Zoo bleef de *Fusarium*-aantasting in den heeten zomer van 1941 betrekkelijk gering. Waarschijnlijk hangt dit samen met den zeer sterken groei van de komkommers en meloenen bij dergelijke hooge temperaturen.

Ook een lange periode van donker weer, vooral in het voorjaar, kan de komkommer vatbaarder maken. Dit hangt waarschijnlijk samen met een verzwakking door de geringe assimilatie, terwijl de ademhaling in verband met de betrekkelijk hooge temperatuur normaal doorgaat.

Tenslotte is het bij de platglas komkommers opmerkelijk, dat naarmate de rijen later aangelegd worden, men meestal minder last ondervindt van de ziekte. Dit bleek o.a. uit de in 1940 bij een 50-tal tuinders gehouden enquête, in vervolg op het onderzoek van RIETBERG. Een dergelijk verschijnsel is in

Amerika ook bij boonen waargenomen (MOORE (17)), waar de *Fusarium*-aantasting ernstiger optrad, naarmate de boonen vroeger gelegd werden. Dit verschijnsel zou samen kunnen hangen met een te lage temperatuur of gebrek aan licht, waardoor de planten verzwakken. Bij de komkommer zal hier wellicht nog een andere factor bijkomen, n.l. het gebruik van een grootere hoeveelheid broeimateriaal, hetwelk onder bepaalde omstandigheden een ongunstigen invloed op de wortelontwikkeling uit kan oefenen.

2. De watervoorziening van de komkommer

Daar er, zooals we gezien hebben, *Fusarium*soorten zijn (*Fusarium solani* var. *Martii*), die alleen de wortels aantasten en niet in den stengel doordringen, ligt het voor de hand, dat we in bepaalde gevallen een vertraging van de afsterving kunnen bereiken door de planten een goede gelegenheid te geven tot de vorming van nieuwe wortels aan de ranken. Dit kan geschieden door bij het gieten de geheele begroeide oppervlakte nat te maken, en door ruim te gieten. Een gunstig effect van een dergelijke handelwijze is reeds vastgesteld door RIETBERG (23). Men ziet soms, dat op vochtige, doch goed gedraineerde plekken bijv. boven een drooggemaakte sloot, het gewas er groener bij staat dan in de omgeving, en tevens minder *Fusarium*-aantasting vertoont.

Bij de in 1940 voortgezette enquête naar den invloed van de standplaats en de grondsoort op de ontwikkeling van deze ziekte, is eveneens gelet op het gieten en op den grondwaterstand. Daartoe werden een aantal hevig zieke gronden (18 stuks) uitgezocht en vergeleken met een aantal gezonde gronden (29 stuks). Het was niet gemakkelijk een aantal gezonde tuinen te vinden, die aan ons doel beantwoordden. Gevallen waar geen *Fusarium* voorkwam tengevolge van het feit dat er elk jaar gestoomd wordt, en gevallen waar het nieuw land betrof, dat voor het eerst door den tuinbouw in cultuur genomen was, zijn bij ons onderzoek uitgeschakeld.

De tenslotte uitgekozen gezonde gronden waren dan ook niet altijd geheel vrij van *Fusarium*. Dit is echter geen bezwaar, daar het er om ging een aantal gronden, waarin de *Fusarium* zich langzaam ontwikkelde, te vergelijken met gronden, waarin de *Fusarium* zich snel uitgebreid had. Bij de zieke gronden is daarom speciaal gezocht naar een aantal niet te oude tuinen, waar nog pas enkele malen komkommers geteeld waren.

Er kon bij deze enquête geen duidelijke correlatie gevonden worden tusschen de *Fusarium*-aantasting en de begieting. Dit was feitelijk ook niet te verwachten, daar een ruime begieting hoogstens tot een langzamere afsterving zou kunnen leiden, niet tot een onderdrukking van de schimmel. Ook is de begieting een moeilijk te beoordeelen factor, daar zij sterk afhankelijk zal zijn van de opdrachtigheid van den grond. Bovendien zal een te vochtige grond de ziekte weer in de hand kunnen werken door afkoeling en door het verwekken van een anaëroben toestand in den grond, waardoor schadelijke rottingsprocessen in den broeimest en zuurstofgebrek voor de plantenwortels kunnen optreden. Inderdaad werd wel eenig verband waargenomen tusschen den grondwaterstand en de ziekte.

Een hooge grondwaterstand (bijv. op een diepte van 50 cm of minder) heeft afgezien van een eventueele directe bevordering van de *Fusarium*-aantasting nog dit bezwaar, dat het zeer moeilijk is een dergelijken natten grond goed te ontsmetten, daar bij het stoomen in zoo'n geval niet tot op voldoende diepte een goede temperatuur bereikt kan worden. Drainage of verlaging van het slootpeil zal in zulke gevallen wenschelijk zijn.

3. De bemesting

Het is een algemeene ervaring, die men in de literatuur over tal van plantenziekten tegenkomt, dat de gevoeligheid van planten voor ziekten verhoogd wordt door een rijkelijke stikstofvoeding, en omgekeerd verlaagd wordt door een overvloedige kalibemesting. Het komt er bij de bemesting vooral op aan te zorgen voor een juiste onderlinge verhouding van de meststoffen. Daarnaast is het natuurlijk wenschelijk, dat alle voedingsstoffen in ruime mate aanwezig zijn, opdat een snelle, krachtige ontwikkeling van het gewas verkregen wordt. Dit is dan meestal tevens minder vatbaar voor ziekten. Volgens WOLLENWEBER en REINKING (33) zou dit ook voor de *Fusarium* bij de komkommer gelden.

Ook zijn er in de literatuur aanwijzingen te vinden, die er op wijzen, dat *Fusarium*-aantasting door een overmaat stikstof in den grond bevorderd kan worden. Speciaal is dit het geval bij de *Fusarium*-verwelking van asters (GAUDINEAU (7) en VAN DER VEEN (28)). Door RIETBERG (23) werden bij de komkommer proeven genomen, waarbij een normale bemesting vergeleken werd met extra giften stikstof, fosfor en kali. Bij deze proef werden echter geen duidelijke verschillen in *Fusarium*-aantasting gevonden. Bij een door RIETBERG (23) gehouden enquête, waarbij een groot aantal grondmonsters van *Fusarium*-zieke tuinen verzameld werd, bleek echter wel dat een hevige *Fusarium*-aantasting naar verhouding vaak gepaard gaat met abnormaal hoge N-getallen.

Bij het onderzoek van 1940, waarbij grondmonsters van gezonde en zieke tuinen vergeleken werden, was dit verschijnsel minder opvallend (tabel I en Ia). Wellicht houdt dit verband met de omstandigheid dat de monsters ditmaal later in het seizoen genomen werden, waardoor alle voedingsstoffen in geringere concentratie aanwezig waren daar het gewas het grootste deel reeds opgenomen had. Toch kwamen op de zieke gronden nog de meeste hoge N-getallen voor, vaak samengaande met een betrekkelijk laag P_2O_5 -getal (de grondmonsters no. 29, 34, 35 en 47 ziek en no. 31 gezond). Afwezigheid van in water oplosbare stikstof kwam zowel op zieke als op gezonde gronden voor. De P_2O_5 - en K_2O -getallen waren zowel op de zieke als op gezonde gronden in het algemeen vrij normaal. Afwezigheid van één dezer beide meststoffen kwam niet voor en abnormaal hoge concentraties vrijwel evenmin.

Behalve de hoeveelheid stikstof kan ook de vorm waarin de stikstof in den grond voorkomt van invloed zijn op de ontwikkeling van de ziekte. In het bijzonder de aanwezigheid van groote hoeveelheden ammoniak kan een geilen plantengroei tengevolge hebben. De planten zijn dan extra gevoelig voor *Fusarium*-aantasting. Bovendien zullen we in het volgend hoofdstuk zien, dat de stikstof-vorm ook van beteekenis is voor de voeding en de ontwikkeling van de parasiet. VAN DER VEEN (28) heeft proeven genomen bij asters, waarbij gelijkwaardige hoeveelheden ureum, nitraat en ammoniak vergeleken werden. De N : P : K-verhouding was dus in alle gevallen dezelfde. Bij het gebruik van ureum of ammoniak was het percentage aangetaste planten echter hooger en verliep de ziekte sneller.

Ook bij de komkommer is herhaaldelijk gebleken, dat groote hoeveelheden ammoniak de uitbreiding van de *Fusarium*-aantasting bevorderen. Zoo was bijv. aan een tuinder in Bleiswijk, die veel last van chlorose in zijn komkommers had, geadviseerd om mangaansulfaat te gebruiken of wel te mesten met een physiologisch zure meststof zooals zwavelzure ammoniak. Deze

tuinder had nu 2 rijen bemest met zwavelzure ammoniak en 3 rijen met mangaansulfaat. In beide gevallen was de chlorose zeer verminderd. Opvallend was echter dat op de rijen, die met MnSO_4 bemest waren, veel minder last van Fusarium-aantasting werd ondervonden dan op de rijen waar met $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ bemest was. Hoogstwaarschijnlijk hangt de hevige Fusarium-aantasting in het laatste geval samen met de rijkelijke ammoniakbemesting.

In 1939 werden bij een bemestingsproef met komkommers op den Proeftuin de planten bij het opruimen gecontroleerd op Fusarium-aantasting. Een aantal planten was toen reeds eerder afgestorven en verwijderd (doodsoorzaak waarschijnlijk in alle gevallen Fusarium). Verder vertoonden een aantal planten het typische Fusarium-beeld met rose schimmel op den stengel. Er waren echter ook een groot aantal planten met een rotte poot, waarvan niet met zekerheid te zeggen was of ze door Fusarium aangetast waren. De bemestingsproef had betrekking op verschillende combinaties van 4 stikstof-, fosfor- en kali-trappen. Uit tabel 2 blijkt, dat in het algemeen geen duidelijke invloed van de bemesting merkbaar was. De O-trap vertoonde voor elke meststof een groot aantal slechte planten, echter bijna steeds zonder typische Fusarium-symptomen. Verder is alleen een duidelijk verschil in aantasting merkbaar tusschen de hoogste fosfaatgift en de lagere fosfaat-giften. Nu werden de fosfor en stikstof gegeven in den vorm van mono- en di-ammoniumfosfaat. De stikstof werd eventueel aangevuld met ammoniumnitraat. Bij den hoogsten fosfor-trap kregen de planten hun stikstof dus uitsluitend in ammoniak-vorm. Dit zal waarschijnlijk de verklaring vormen voor de heviger aantasting in deze bemestingsgroep.

Bij de enquête in 1940 werd behalve de in water oplosbare stikstof ook de hoeveelheid ammoniak-stikstof bepaald, die in een 0.05 n HCl-percolaat van de grondmonsters aanwezig was (tabel 1 en 1a). Deze hoeveelheden werden evenals dat met de gewone N-getallen gebeurt, omgerekend in milligrammen ammoniak-stikstof per 100 g grond. Er was echter geen duidelijk verband tusschen de Fusarium-aantasting en het ammoniakgehalte van den grond. Het NH_3 -getal bedroeg in de gezonde gronden gemiddeld 2.95 en het N-getal 4.03. In de zieke gronden waren deze getallen ongeveer dubbel zoo hoog, n.l. 6.10 voor de ammoniakstikstof en 8.24 voor het gewone N-getal. De verhouding tusschen NH_3 -getal en N-getal was dus op zieke en gezonde gronden ongeveer gelijk. In absolute waarde was het NH_3 -getal echter op de zieke gronden aanmerkelijk hoger. Dit is echter voor een aanzienlijk deel het gevolg van het sterk afwijkende geval no. 47 met zijn zeer hoog stikstofgehalte. Wanneer men dit geval uitschakelt, dan vindt men voor de ammoniakstikstof bij de zieke gronden het cijfer 4.26 en voor het gewone N-getal het cijfer 4.83. Het verschil met de gezonde gronden is dan lang niet zoo groot meer, hoewel het naar verhouding bij de ammoniakstikstof iets duidelijker tot uiting komt. Wij vestigen er nogmaals de aandacht op, dat de meeste cijfers aan den lagen kant zijn, omdat de monsters in vele gevallen pas tegen het einde van de teelt genomen zijn. Waarschijnlijk zouden er duidelijker verschillen naar voren gekomen zijn, wanneer de monsternamen wat vroeger in het jaar had kunnen geschieden. Dit was echter door bijzondere omstandigheden onmogelijk.

Het is een meermalen waargenomen verschijnsel (RIETBERG (23)), dat op op gestoomden grond de Fusarium-ziekte zich soms in zeer sterke mate kan openbaren. Toch is stoomen een afdoend middel om de Fusarium te doden. Er kan echter op verschillende wijze opnieuw besmetting plaats hebben

(zie hoofdstuk V). Dat deze ziekte zich op gestoomden grond in zoo'n sterke mate kan ontwikkelen hangt ten nauwste samen met de omstandigheid, dat tengevolge van deze ontsmetting groote hoeveelheden ammoniak in den grond gevormd kunnen worden door ontleding van organisch materiaal. Eenerzijds wordt de groei van het gewas hierdoor gestimuleerd zoodat met een geringere stikstofbemesting kan worden volstaan. Anderzijds worden de omstandigheden voor de uitbreiding van de Fusarium-ziekte hierdoor gunstiger vooral wanneer men toch een normale stikstofbemesting geeft. Wanneer men deze ontsmetting voor de eerste maal toepast, kunnen de vrijkomende hoeveelheden ammoniak bijzonder hoog zijn. Verder is meermalen gebleken dat deze hoeveelheden afhankelijk zijn van het gehalte aan humus en organische stof in den grond (VAN KOOT (10)). Hoe meer organische stof de grond bevat, hoe meer ammoniak er vrijkomt bij de ontsmetting van dezen grond. Juist de komkommer-gronden zullen in het algemeen een hoog gehalte organische stof bevatten zoodat de ontsmette grond een gunstig milieu zal vormen voor de ontwikkeling van de Fusarium. Daar bij de komkommerteelt steeds opnieuw organisch materiaal in den grond gebracht wordt, zullen ook bij herhaalde ontsmetting telkens belangrijke hoeveelheden ammoniak kunnen blijven vrijkomen. Het is dus van het grootste belang een eventuele grondontsmetting zoo goed mogelijk uit te voeren zoodat werkelijk overal de Fusarium gedood wordt. Tevens moet er door een hygiënische werkwijze tegen gewaakt worden dat opnieuw besmetting optreedt (zie hoofdstuk V).

De groote invloed, dien de bij het stoomen van den grond vrijkomende ammoniak op de ontwikkeling van de Fusarium-ziekte uitoefent, bleek zeer duidelijk bij een proef, die opgezet was ter bestudeering van het antagonisme, dat tusschen verschillende Fusarium-stammen bestaat (zie volgend hoofdstuk en tabel 12). Deze proef werd genomen met gestoomden grond. Elke serie bestond uit 8 nulpotten. Er was een contrôle-serie met niet gestoomden grond. Bij het beëindigen van de proef waren in deze laatste serie nog 7 van de 8 planten gezond. Bij de contrôle-serie in wel gestoomden grond waren alle planten toen reeds afgestorven tengevolge van Fusarium-aantasting. Van de 4 andere series met gestoomden grond waren in het totaal nog slechts 8 planten in leven. Hieruit blijkt dus wel heel duidelijk in hoe sterke mate een overvloed van ammoniak-stikstof in den grond het optreden van de Fusarium-ziekte kan bevorderen.

Er werd reeds op gewezen, dat bij de teelt van komkommers en meloenen veel organisch materiaal, zooals paardenmest, koemest of dommest in den grond gebracht wordt, hetzij voor bemesting, hetzij als broeimateriaal. Al deze stoffen kunnen veel ammoniak afgeven aan den grond. Er is daarom bij de enquête in 1940 nog nagegaan of er een verband tusschen de Fusarium-aantasting en het gebruik van natuur- of kunstmest bestond. Van dit verband bleek echter niets. Meestal wordt afwisselend kunstmest en koemest of schiedammer gebruikt. In vele gevallen wordt ook uitsluitend met kunstmeststoffen bemest. Dit is gebruikelijk op veengronden die van nature reeds veel organische stof bevatten. In enkele gevallen wordt hoofdzakelijk koemest of rotte mest gebezigd. Dat er weinig verband tusschen de Fusarium-aantasting en het gebruik van natuur- of kunstmest gevonden werd behoeft geen verwondering te wekken. Immers werd het gebruik van natuur- of kunstmest ten deele bepaald door den toestand van den grond (humusgehalte, enz.). Bovendien hangt het in sterke mate van andere omstandigheden af of zich na de bemesting met natuurmest veel ammoniak in den grond zal ophoopen.

De structuur, de aëratie en de pH van den grond bepalen voor een groot deel de werkzaamheid van de nitrificeerende bacteriën, welke de ammoniak in nitraat omzetten. Een duidelijk verband tusschen de *Fusarium*-aantasting en één bepaalden ongunstigen factor is dan ook nergens te vinden.

De invloed van andere uitwendige omstandigheden op de uitwerking van het gebruik van organischen mest op de *Fusarium*-ziekte bleek ook duidelijk uit een reeds door RIETBERG (23) genomen proef. Bij de reeds eerder vermelde bemestingsproef vergeleek hij ook het gebruik van een halven kruiwagen dolmest per raam extra. Deze mest was voor het gebruik door stoom gesteriliseerd. Hierdoor is natuurlijk veel ammoniak vrijgekomen waardoor de *Fusarium*-aantasting zich veel heviger ontwikkelde dan in de andere series (de grond werd besmet met *Fusarium*). Het percentage door *Fusarium* afgestorven planten bedroeg ongeveer het drievoudige van het gemiddelde aantal der overige series. Op dezelfde gronden werden door RIETBERG het jaar daarop nogmaals komkommers gekweekt. De vrijgekomen ammoniak was in den tusschentijd natuurlijk grootendeels verdwenen (hetzij opgenomen door het gewas, hetzij omgezet in nitraat). Bovendien zal de bemesting met dolmest op den duur een gunstigen invloed op de structuur en de aëratie van den grond uitgeoefend hebben. Het 2e jaar was het percentage door *Fusarium* afgestorven planten dan ook juist in deze groep het geringst, en wel ongeveer een derde van de aantasting in de andere groepen.

4. De toestand van den grond

In de literatuur zijn weinig concrete gegevens te vinden betreffende den invloed van den toestand van den grond op de ontwikkeling van *Fusarium*-ziekten. Alleen WANN en RICHARDS (29) vermelden een invloed van de pH op een *Fusarium*-ziekte bij aardbeien (veroorzaakt door *Fusarium orthoceras* en *Fusarium solani*) geconstateerd te hebben, terwijl GAUDINEAU (7) vond dat de *Fusarium*-ziekte bij asters in Frankrijk (veroorzaakt door *Fusarium conglutinans* var. *Callistephi*) bevorderd werd door een gebrek aan kalk. Bij de enquête in 1940 kon ook inderdaad een verband vastgesteld worden tusschen het in hevige mate voorkomen van *Fusarium*-ziekte en de pH en het kalkgehalte van den grond (zie tabel 1 en 1a).

De cijfers in deze tabellen kunnen als volgt samengevat worden:

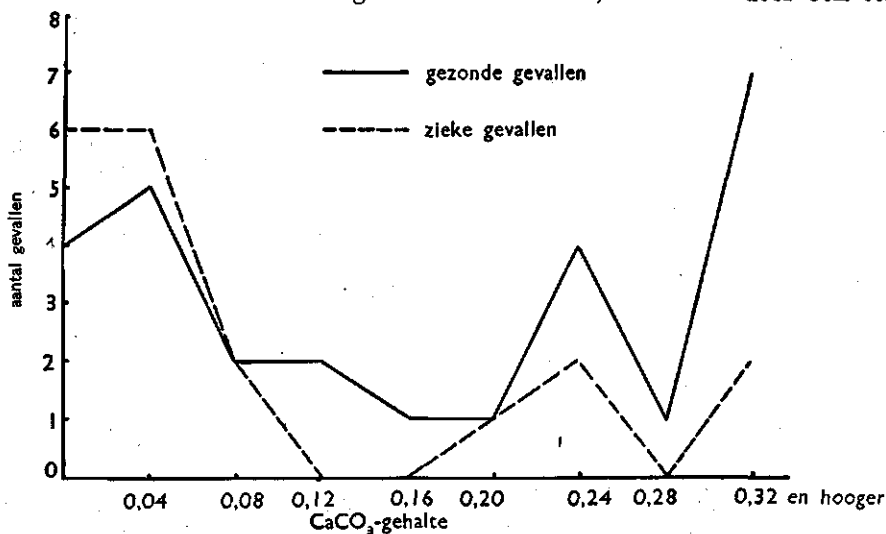
	CaCO ₃ -gehalte			pH		
	0	0—0,04	> 0,04	< 6	6—6,5	> 6,5
Aantal gezonde tuinen	4	5	18	4	10	14
Aantal zieke tuinen	6	6	7	8	6	5

Van de 7 ziektegevallen op gronden met een CaCO₃-gehalte > 0.04 waren er juist nog 5, die slechts als vrij hevig opgeteekend stonden. Van de 4 gezonde tuinen met een pH < 6, was de pH in 3 gevallen nog boven 5.8 (zie ook grafieken 1 en 2).

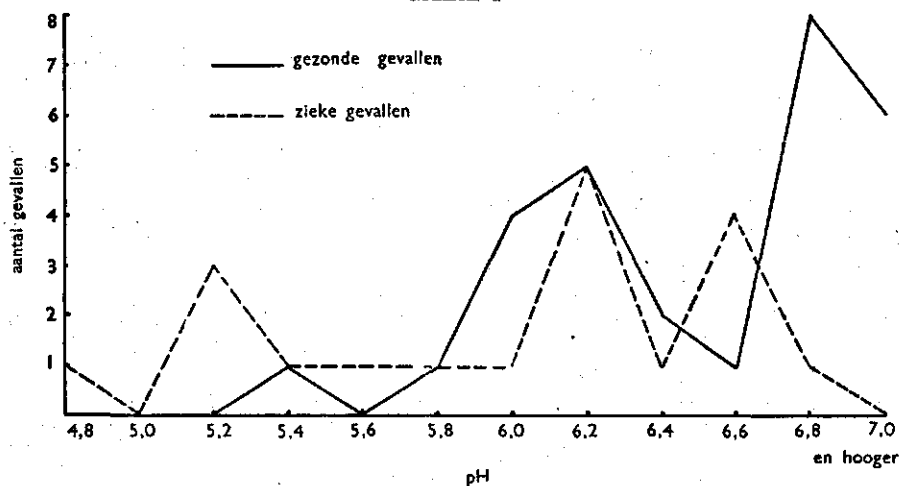
Deze verschillen in CaCO₃-gehalte en pH zouden waarschijnlijk nog duidelijker tot uiting gekomen zijn, wanneer er minder uiteenlopende gronden in het onderzoek betrokken waren geweest. Er bestaat n.l. geen verband tusschen grondsoort en *Fusarium*-ziekte en zoo konden hevige ziektegevallen zoowel op kleigrond als op zand- en veengrond waargenomen worden. De kleigronden hebben echter vaak een betrekkelijk hooge, en de veengronden

een lage pH. Bij de enquête door RIETBERG (23) ingesteld, werd meestal een hooger kalkgehalte gevonden, de pH was echter meestal ook aan den lagen kant.

De gunstige invloed van een hoog CaCO_3 -gehalte en niet te lage pH hangt waarschijnlijk ten nauwste samen met den gunstigen invloed op de structuur van den grond. Hierdoor wordt de aëratie verbeterd waardoor niet alleen het wortelstelsel zich krachtiger ontwikkelen kan, maar waardoor ook een



Grafiek 1

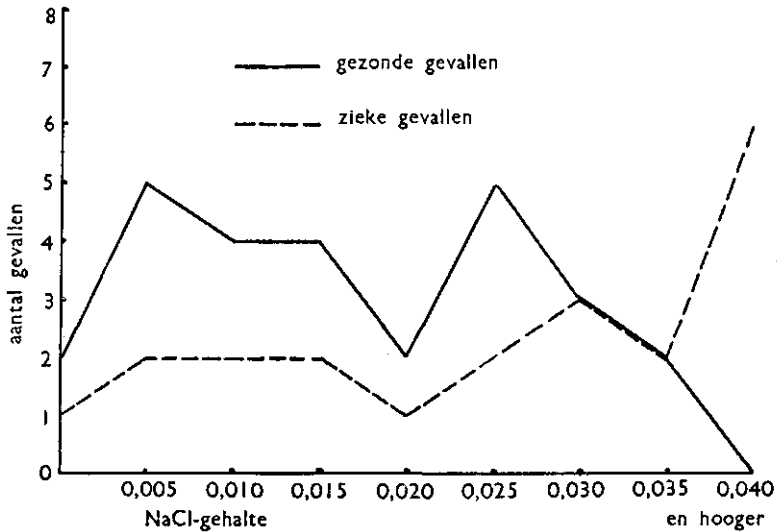


Grafiek 2

intenser aëroob bacterieleven in den grond verwacht kan worden hetgeen een gunstige uitwerking moet hebben op de omzettingen in de organische bestanddeelen van den grond. Vooral waar de komkommergronden meestal zoo rijk zijn aan organische stof (broeimest) zal het overheerschen van rottingsbacteriën zeer nadeelige gevolgen kunnen hebben. Zoo zal dit kunnen leiden tot de vorming van het schadelijke zwavelwaterstofgas. Het is aan RIETBERG (23) gebleken dat op zieke gronden inderdaad vaak belangrijke hoeveelheden

van dit gas gevormd kunnen worden, al bestond er geen duidelijke correlatie tusschen de mate van gasontwikkeling en de hevigheid van de ziekte. Wel werd gewoonlijk meer zwavelwaterstofgas gevormd naarmate de tuinen ouder waren.

Bij de enquête in 1940 werden ook duidelijke verschillen wat betreft keukenzout-gehalte en droogrest gevonden tusschen de zieke en gezonde gronden. Bij het keukenzout-gehalte komt het verschil duidelijker uit dan



Grafiek 3

bij de droogrest. Wellicht hebben gronden met een hoog NaCl-gehalte een sterker neiging tot verslechtering van de structuur. Daarnaast zal een te hoge zoutconcentratie den groei van de wortels kunnen benadeelen en vooral de watervoorziening van de plant bij droogte tijdelijk doen stagneeren. Juist door deze ongelijkmatige watervoorziening kan de plant zeer verzwakt worden. Volgens RIETBERG (23) is dan ook vooral de relatieve droogrest (= droogrest gedeeld door het natuurlijk vochtgehalte) een goede maatstaf voor het schadelijke karakter van de hoge droogrest.

Op het moment van de monsternamen was de droogrest echter in het algemeen niet zoo hoog, dat daarvan een belangrijke beschadiging te vreezen is. De hierop betrekking hebbende cijfers uit de tabellen 1 en 1a kunnen als volgt worden samengevat (zie ook grafiek 3):

	NaCl-gehalte			Droogrest		Rel. droogrest		
	< 0,025	0,025— 0,035	> 0,035	< 0,20	> 0,20	< 0,6	0,6—0,8	> 0,8
Aantal gezonde tuinen	20	7	0	22	5	12	9	6
Aantal zieke tuinen	8	5	6	11	8	7	5	7

Het NaCl-gehalte en de droogrest waren bij de door RIETBERG (23) onderzochte gronden in vele gevallen aanmerkelijk hoger dan bij de zieke gronden van de in 1940 gehouden enquête. Dit houdt echter waarschijnlijk verband met het tijdstip, waarop en de omstandigheden, waaronder de monsters genomen zijn.

5. De aard van het broeimateriaal

WOLLENWEBER en REINKING (33) raden aan een goed verteerden compost te gebruiken om de ophooping van rottingsorganismen in den grond te voorkomen. Men kan zich heel goed voorstellen, dat zoowel de hoeveelheid als de aard van het broeimateriaal invloed kan uitoefenen op de Fusariumaantasting. Eenerzijds zou een groote hoeveelheid broeimateriaal een hooge ammoniakconcentratie tengevolge kunnen hebben en daardoor de ziekte kunnen bevorderen, anderzijds kan de grondtemperatuur er door verhoogd worden waardoor de planten minder gauw last van een „kouden poot” zullen hebben.

Wat betreft den aard van het broeimateriaal kan de meer of minder gemakkelijke verteerbaarheid van beteekenis zijn. Naarmate de mest sneller verteert zal de warmteontwikkeling grooter zijn en zullen er zich minder schadelijke stoffen ophoopen in den grond.

Bij de enquête van 1940 is tevens op het broeimateriaal gelet. Er kon echter geen direct verband tusschen de Fusarium-aantasting en den aard of de hoeveelheid van het gebruikte broeimateriaal gevonden worden. De gegevens betreffende het broeimateriaal zijn door de assistenten van Ir. RIEMENS verzameld. Hun opgaven betreffende den verteringstoestand van den mest luiden bijna alle: goed verteerd, zoodat hier niet veel conclusies uit getrokken kunnen worden. Wel werd op enkele zieke tuinen een slecht verteerde mest aangetroffen. De mate van vertering waarin de mest bij deze enquête aangetroffen werd, hangt echter niet alleen af van de oorspronkelijke samenstelling, maar vooral ook van den toestand van den grond en van de wijze waarop de mest in den grond gebracht is. Naarmate de mest dichter in elkaar getrapt is of van nature reeds dichter in elkaar zit, zal de aëratie en daarmede tevens de broei geringer zijn. Hetzelfde zal het geval zijn bij afdekking met een zwaren grond van dichte structuur, maar vooral ook bij een te hoogen waterstand waardoor de mest doordrenkt wordt met water. Er zullen dan rottingsverschijnselen optreden waarbij schadelijke stoffen zooals zwavelwaterstof gevormd kunnen worden. Bovendien wordt de activiteit van de nitrificeerende bacteriën door deze omstandigheden geremd, waardoor er een groote kans bestaat op ophooping van veel ammoniak. Ook kan onder dergelijke omstandigheden gemakkelijk nitriet in den grond gevormd worden o.a. door reductie uit nitraat, en deze stof is een gevaarlijk vergift voor de plantenwortels. Tenslotte worden door de omzettingen in de organische stof groote hoeveelheden koolzuur gevormd. Door de slechte aëratie heeft dan een ophooping van CO_2 plaats in den grond gepaard gaande met zuurstofgebrek, hetgeen een zeer ongunstigen toestand schept voor de ontwikkeling van de plantenwortels. Ook bij de bedden in komkommerkassen is meer dan eens opgemerkt, dat het gebruik van staalsoorten, die gemakkelijk dicht slempen, de aantasting door Fusarium kan bevorderen. Dit is vooral het geval wanneer overmatig gegoten wordt en de temperatuur van het bed te ver daalt in verhouding tot de luchttemperatuur.

Soms werd de indruk verkregen dat naarmate de broeimest minder diep ondergebracht wordt, deze een nadeeliger werking op de Fusarium-aantasting uitoefent. De oorzaak hiervan is niet direct in te zien. Immers hoe dunner de grondlaag is, die den mest bedekt, hoe beter de aëratie zal kunnen zijn. Bij meergenoemde enquête kon dan ook geen duidelijk verband tusschen de Fusarium-aantasting en de dikte van de bedekkende grondlaag aangetoond worden. Op de gezonde tuinen was de grondlaag in 10 gevallen minder dan

25 cm, in 6 gevallen 25 cm en in 13 gevallen meer dan 25 cm dik, op de zieke tuinen in 6 gevallen minder dan 25 cm, in 6 gevallen 25 cm en in 6 gevallen meer dan 25 cm dik (tabel 1 en 1a).

Wanneer een geringe diepte van den mest echter samenhangt met een hoogen grondwaterstand, dan ziet men in de meeste gevallen wel een hevige *Fusarium*-aantasting optreden. In de „gezonde” gevallen 19 en 40 treft men wel is waar ook dezen toestand aan, maar er is hier reeds van eenige aantasting sprake, in geval 40 zelfs in toenemende mate, terwijl in geval 19 nog slechts zelden komkommers geteeld zijn. Van de zieke gevallen zijn in het bijzonder de nos. 34, 35, 37 en 47 typisch. In een aantal van deze gevallen was het zeer moeilijk den waterstand op te geven (t.o.v. de afwateringssloot) daar het terrein sterk hellend was vanaf de vaart. Daar het terrein onder de vaart lag, had men er echter reeds spoedig last van veel water.

De verhouding van het gebruik van paardenmest tot anderen mest bleek bij deze enquête bij zieke en gezonde tuinen ongeveer gelijk. De hoeveelheid broeimest liep nogal uiteen. In het algemeen werd de indruk verkregen dat een groote hoeveelheid broeimest gunstig is geweest voor een gezonde ontwikkeling. Wel waren in de beide gevallen van koude bakken de komkommers gezond, maar wanneer men de gebruikte hoeveelheden broeimest vergelijkt, dan blijkt dit voor de gezonde gevallen gemiddeld 44,3 kg per raam te hebben bedragen, en voor de zieke gevallen 32,6 kg. Een deel van de assistenten gaf de grootte van de voor op. Deze was in de gezonde gevallen steeds 40×60 cm, in de zieke gevallen 2 maal eveneens 40×60 cm en 3 maal kleiner, n.l. resp. 30×60 , 30×50 en 30×45 cm (tabel 1 en 1a). Dit wijst erop, dat mits de toestand van den grond en de waterafvoer maar gunstig zijn, het gebruik van groote hoeveelheden broeimest de gezonde ontwikkeling van de komkommerplant slechts kan bevorderen. Dit hangt natuurlijk nauw samen met de hoogere grondtemperatuur die op dergelijke rijen verkregen wordt. Hiermede is in overeenstemming, dat in enkele gevallen op de plantenrij waar meer broeimest gebruikt werd, minder planten tengevolge van *Fusarium* afstierven.

6. Nitrietvorming

Reeds eerder werd opgemerkt, dat in de komkommergronden door hun rijkdom aan organische stof gemakkelijk nitriet gevormd kan worden, in het bijzonder wanneer de grond in een slecht geaëreerden toestand verkeert. Deze nitriet kan ontstaan door reductie uit nitraat. Onder bepaalde omstandigheden kan nitriet ook uit ammoniak ontstaan waarbij dus het nitrificatieproces als het ware halverwege blijft steken. Dit is het geval wanneer de pH van den grond hoog oploopt waardoor zich vrije ammoniak ontwikkelt. Hierdoor komt de groei van de nitraatbacteriën stil te staan. Volgens bepaalde Amerikaansche onderzoekers (ROSEN (24)) zou de nitriet bovendien rechtstreeks door de *Fusarium* gevormd kunnen worden waarbij het dus als een soort toxine beschouwd moet worden (zie volgend hoofdstuk). Wat hiervan zij, vast staat dat nitriet een gevaarlijk vergift voor de plantenwortels is, terwijl het in de komkommergronden op meerdere manieren gevormd zou kunnen worden. Het is zelfs geenszins uitgesloten dat deze stof zich op dusdanige wijze in deze gronden kan ophoopen, dat ook zonder aanwezigheid van *Fusarium* een gezonde ontwikkeling van de komkommerwortels er door onmogelijk wordt.

Het werd daarom wenschelijk geacht bij de enquête van 1940 tevens te letten op een eventueele nitrietophooping in den grond. Daartoe werden

nitriet-bepalingen verricht in het waterig extract van grond en broeimest. Hiervoor werd het Peter Griess-reagens gebruikt volgens het verbeterde voorschrift van LOSVAY. De nitriet-concentratie werd colorimetrisch bepaald door vergelijking met een standaardserie, en uitgedrukt in mg N_2O_3 per 100 gram grond of broeimest, dus op dezelfde wijze als de ammoniak en nitraat-stikstof. De mestextracten waren soms zoo sterk bruin gekleurd, dat de roodkleuring met het nitrietreagens niet direct te bepalen was. Het extract werd dan eerst flink geschud met norit-kool en daarna gefiltreerd door norit. De vloeistof loopt dan zoo goed als kleurloos door, terwijl de nitriet niet in merkbare mate aan de kool geadsorbeerd wordt.

In den grond werd slechts 2 maal een nitriet-concentratie hooger dan 0,2 mg gevonden. Eén geval (monster 39) betreft een gezonden grond waarvan echter reeds is opgemerkt dat de toestand ten opzichte van den grondwaterstand en het broeimateriaal minder gunstig is, terwijl op een ander deel van den tuin waar vaker komkommers geteeld zijn ook een heviger *Fusarium*-aantasting voorkwam. Het andere geval betreft een zeer zieken grond welke reeds eerder als een extreem geval gekenschetst is.

In den broeimest blijken veel vaker hoge nitriet-concentraties voor te komen. Toch was in enkele gevallen (o.a. de monsters 39 en 47) de nitriet-concentratie in den grond verreweg het hoogste. Dit is niet goed te begrijpen. Het is niet onmogelijk dat de nitriet-bepaling in den mest minder betrouwbaar is, en dat soms te lage waarden gevonden worden omdat verschillende organische stoffen een ongunstigen invloed kunnen uitoefenen op de toegepaste kleurreactie. Op gezonde tuinen werd in den broeimest 6 maal een nitriet-concentratie grooter dan 0,2 mg per 100 g grond gevonden tegenover 16 maal een lagere concentratie. Op de zieke tuinen waren deze aantallen gelijk, n.l. telkens 7. Er werd dus eenige aanduiding verkregen van een samengaan van de *Fusarium*-aantasting met een hoge nitriet-concentratie, hoewel ook op gezonde tuinen soms zeer hoge nitriet-concentraties voorkwamen. Het lijkt in elk geval de moeite waard dit punt nog eens nader te onderzoeken. Het leek ons echter wenschelijk te voren het gedrag van de *Fusarium* ten opzichte van het nitriet nauwkeurig vast te stellen (zie volgend hoofdstuk).

Er dient nog opgemerkt te worden dat hoge nitriet-concentraties vaker voorkwamen op klei- en veengronden dan op zandgronden, hetgeen samen kan hangen met de betere doorluchting van deze laatste gronden. Ook is het opmerkelijk dat in de beide gevallen van koude bakken (monsters 41 en 42), waar dus geen broeimest gebruikt werd, in het geheel geen nitriet aangetoond kon worden in den grond.

7. Slotopmerking

Geen der hierboven behandelde uitwendige omstandigheden oefent op zich zelf een overwegenden invloed uit op de *Fusarium*-aantasting. Toch kan een complex van ongunstige omstandigheden een zeer nadeeligen invloed uitoefenen. Bij ons onderzoek werden daarvan wel is waar weinig typische voorbeelden aangetroffen, maar dit is wellicht daaraan toe te schrijven dat op de hevigst aangetaste tuinen geen komkommers meer geteeld werden. Toch is geval 47 een goed voorbeeld van zulk een bijzonder hevige aantasting (tabel I en 1a). Hoewel deze veengrond gedraineerd is biedt een regelmatige afwatering toch moeilijkheden door de ligging onder de vaart. De broeimest is slechts ondiep ondergebracht (20 cm grond erop), terwijl dit één der weinige gevallen is waarvan door den betreffenden assistent zeer

positief gerapporteerd werd dat de mest slecht verteerd is. Bij de grondanalyse blijkt er geen kalk in den grond aanwezig te zijn, terwijl de pH zeer laag is (4,84). Zoowel de droogrest als het keukenzoutgehalte zijn zeer hoog. Hetzelfde geldt voor het stikstofgetal en het ammoniakgehalte. Onder die omstandigheden is het niet te verwonderen dat de nitrificatie achterwege blijft, en dat in plaats daarvan verkeerde omzettingen in den grond plaats hebben. Zoo treffen we dan ook een nitrietgehalte aan van 0,8 mg per 100 g grond. In een dergelijk geval moet in de eerste plaats verbetering in den toestand van den grond aangebracht worden door verbeterde afwatering, uitspoeling en bekalking. De schade door de *Fusarium* aangebracht zal dan tevens verminderen, hoewel zeker niet achterwege blijven.

c. Waardplanten

Het zijn vooral planten uit de familie van de Cucurbitaceae (komkommerachtigen), die door de van komkommer geïsoleerde *Fusaria* kunnen worden aangetast en tot afsterven gebracht. Ook boonen kunnen door deze *Fusaria* ziek gemaakt worden. Bovendien is echter gebleken dat dergelijke *Fusaria* uit de wortels van verschillende andere gewassen kunnen groeien zonder dat deze typische symptomen van *Fusarium*-ziekte behoeven te vertoonen. We zullen nu achtereenvolgens de bekendste waardplanten behandelen.

1. Komkommer

RIETBERG (23) merkte reeds op dat er weinig verschil in vatbaarheid tusschen de diverse soorten groene komkommers bestond, terwijl de gele en witte komkommers wat minder vatbaar bleken te zijn. Dit geringe verschil in vatbaarheid schreef hij toe aan de omstandigheid dat bij de komkommerselectie tot nu toe te weinig op ziekteresistentie gelet werd. Uit reeds eerder gepubliceerd onderzoek (VAN KOOIJ (11)) is gebleken dat er bij de kiemplanten van de meest voorkomende komkommerrassen geen verschil in vatbaarheid voor de verschillende komkommer-*Fusaria* bestond (tabel 3).

Bij potproeven stierven de gele en witte komkommers een paar weken later af dan de groene soorten. Vooral de witte komkommer (half lange, witte Westlandsche) schijnt wat sterker te zijn in dien zin dat de plant zich enkele weken langer in leven kan houden. De meening die in de praktijk op dit punt bestond werd dus wel bevestigd. Men zal echter geen te groote waarde mogen hechten aan deze grootere resistentie van witte en gele komkommers. In de omgeving van Amsterdam is wel gebleken dat op zwaar besmet terrein ook deze komkommers in ernstige mate aangetast kunnen worden.

Het is verkeerd om uit de resultaten die in één bepaald jaar verkregen worden conclusies te trekken betreffende de vatbaarheid van komkommers of andere gewassen. Zoo was in 1941 tengevolge van den gunstigen zomer de *Fusarium*-aantasting bij platglas-komkommers betrekkelijk gering. Een in zulk een jaar behaald beter resultaat met een andere variëteit mag dus niet zonder meer aan de grootere resistentie van een dergelijke variëteit worden toegeschreven. De bij sommigen heerschende meening, dat de donkergroene Spiers minder vatbaar zou zijn dan de Improved Telegraph kon bij onze proeven dan ook in het geheel niet bevestigd worden (zie o.a. tabel 3 en 4).

2. Meloen

Ook betreffende de vatbaarheid van meloenen zijn reeds belangrijke waarnemingen verricht door RIETBERG (9, 23). Daarbij is o.a. gebleken, dat

sommige cantaloupen (o.a. Cantaloupe Obus) en ananasmeloenen minder vatbaar zijn voor *Fusarium*. Ook de praktijk-ervaring is, dat de oranje ananas vaak minder aangetast wordt, hetgeen het beste blijkt wanneer men verschillende meloenen naast elkaar teelt. Toch is dit niet een ervaring die altijd opgaat.

Uit het voortgezet onderzoek is gebleken wat de verklaring van soms tegenstrijdige ervaringen kan zijn (ten deele reeds gepubliceerd, VAN KOOT (11)). Bij het onderzoek naar de vatbaarheid van verschillende meloenrassen met de kiemplantmethode in cultuurbuizen is gebleken dat sommige meloenen voor bepaalde *Fusaria* minder vatbaar zijn. Zoo is de oranje ananas minder vatbaar voor *Fusarium orthoceras* var. *longius* en *Fusarium oxysporum* var. *aurantiacum*, terwijl de karbonkel en dubbele netmeloen minder vatbaar zijn voor *Fusarium orthoceras* (tabel 3). Hierdoor is het te verklaren, dat bepaalde meloentypen een meer of minder sterke aantasting kunnen vertoonen afhankelijk van de *Fusarium*-stammen die in een bepaalden grond overwegen.

Toch werd uit tegelijkertijd genomen potproeven den indruk verkregen dat de oranje ananas en de karbonkel over het geheel genomen resister tegen *Fusarium*-aantasting waren dan de andere meloenrassen (suikermeloen, en diverse typen netmeloenen). Dit uitte zich evenals bij de witte en gele komkommers in een enkele weken vertraagde afsterving. Toch stierven ook deze meloensoorten op zwaar besmetten grond op den duur af. Een gedeelte van deze proef werd uitgevoerd in 2 verschillende proefkastjes, waarvan het eene aanmerkelijk beter verwarmd was dan het andere. Uit tabel 5 blijkt dat de afsterving door de hoogere temperatuur in minstens even sterke mate vertraagd werd als door het gebruik van weerstandskrachtiger meloentypen.

3. Boonen

Ook over de vatbaarheid van verschillende boonensoorten werd in de hiervoor genoemde publicaties reeds het een en ander vermeld. Bij voortgezet onderzoek is gebleken dat er duidelijke verschillen in vatbaarheid voor bepaalde *Fusarium*-stammen tusschen de diverse boonensoorten bestaan. Bij de kiemplantmethode blijken de boonen over het algemeen wat minder gevoelig te zijn dan de komkommers en meloenen (tabel 3). Verschillende boonen, zooals vroege Veensche stoksnijboon, de stoksnijboon ras Verschoor en de breedscheedige pronkboon, zijn echter bijzonder vatbaar voor *Fusarium orthoceras* var. *longius*, de vroege Veensche bovendien voor *Fusarium oxysporum* var. *aurantiacum*. De Erectra pronkboon is daarentegen voor *Fusarium solani* var. *Martii* gevoeliger dan eenige ander gewas.

De resultaten verkregen bij potproeven leken echter niet geheel in overeenstemming te zijn met het bovenstaande. De stamprincesseboonen stierven n.l. het snelste af door de *Fusarium*-aantasting, terwijl de pronkboonen hiervan de minste last ondervonden (tabel 4). In de praktijk blijken nu juist de pronkboonen in vruchtwisseling met platglas-komkommers en meloenen vaak het meeste van *Fusarium*-aantasting te lijden te hebben. Het is nu gebleken dat uit dergelijke boonenplanten meestal *Fusarium solani* var. *Martii* geïsoleerd kon worden. Deze *Fusarium* brengt het wortelstelsel tot afrotting, maar verspreidt zich niet door den stengel in de plant omhoog. Juist bij platglas-komkommers en meloenen treedt vaak verwelking en afsterving op zonder dat zich *Fusarium* op de stengels of ranken ontwikkelt, terwijl evenmin de slaapziekte-schimmel (*Verticillium*) geïsoleerd kan worden. Het is dus waarschijnlijk dat de afwisselende teelt van komkommers of

meloenen en Erectra pronkboonen de ophooping van *Fusarium solani* var. *Martii* in den grond kan bevorderen, waardoor ook deze minder sterk pathogene schimmel zeer schadelijk kan worden.

4. Andere waardplanten

Uit de literatuur zijn tal van *Fusarium*-ziekten bij zeer veel gewassen bekend. Daarvan is nog lang niet altijd met zekerheid vastgesteld, welke *Fusarium*-soorten als de ziekteverwekkers zijn te beschouwen. Enkele der bekendste van deze ziekten zijn de *Fusarium*-aantastingen bij anjers en asters. Daarbij spelen echter waarschijnlijk andere *Fusarium*-soorten een rol dan die welke de komkommer aantasten. Verder zijn ook in het Westland uit de wortels van verschillende zieke gewassen (schorseneeren, peen e.a.) wel eens *Fusaria* geïsoleerd zonder dat met zekerheid is uitgemaakt of deze *Fusaria* de oorzaak van de beschadigingen waren dan wel secundair voorkwamen, terwijl ook niet vastgesteld is in hoeverre deze *Fusaria* identiek zijn met de komkommer-*Fusaria*.

Het is echter ook meermalen voorgekomen dat uit de gave wortels van uiterlijk volkomen gezonde planten *Fusarium* werd geïsoleerd. Zoo werd in den zomer van 1941 van een kweker in Loosduinen een partij jonge preiplanten ontvangen, die opgekweekt waren in met de komkommer-*Fusaria* besmetten grond. De kweker wilde weten of deze preiplanten zonder gevaar voor overbrenging van *Fusarium* uitgepoot zouden kunnen worden op pas door stoomen ontsmetten grond. Zes van deze planten werden goed schoon gespoeld (hetgeen bij de gladde preiwortels zonder veel moeite mogelijk is) waarna de wortels uitgelegd werden op schalen met kersenagar. Van zes andere planten werden de meeste wortels afgeknipt en de buitenste bladeren afgepeld, waarna het resterende plantendeel zeer grondig schoongemaakt werd en eveneens uitgelegd op kersenagar. Na 5 dagen was uit alle 6 plantjes van de eerste groep en uit 5 van de 6 van de tweede groep *Fusarium* gegroeid. Een dergelijke ervaring werd ook opgedaan met jonge andijvieplanten. Daaruit blijkt dat het uiterst gevaarlijk en absoluut af te raden is om jonge planten, die op besmetten grond opgekweekt zijn, uit te planten op gezonden of ontsmetten grond, ook al zien de jonge planten er volkomen gaaf en gezond uit, en al betreft het een gewas waarvan niet bekend is dat het door eenige *Fusarium* ziek kan worden gemaakt.

Bij bovenstaand onderzoek is niet met zekerheid vastgesteld of de geïsoleerde *Fusaria* identiek waren met één der komkommer-*Fusaria*. Bij het voortgezet onderzoek naar de vatbaarheid van verschillende waardplanten zijn nu echter ook enkele gewassen beproefd, waarvan aangenomen werd dat ze niet door de komkommer-*Fusaria* aangetast zouden worden, en daarom geschikt zouden zijn om in vruchtwisseling met platglas-komkommers of meloenen geteeld te worden. Onderzocht werden sla (Meikoningin), peen (Amsterdamsche bak, selectie Proeftuin), andijvie (n°. 5) en voederbiet (Groenkraag). De beide eerstgenoemde gewassen bleken inderdaad praktisch onvatbaar te zijn voor de komkommer-*Fusaria*, zoowel bij de kiemplant methode als bij de potproeven (tabel 3). Alleen ten opzichte van *Fusarium angustum* waren de kiemplantjes van de peen nog wel gevoelig. Geheel anders was het resultaat bij de andijvie en de bieten. Hoewel bij de planten in de potten geen duidelijke *Fusarium*-aantasting vastgesteld kon worden (er kwamen wel enkele planten met afwijkingen van onbekende oorzaak voor), bleken de kiemplantjes vaak zeer gevoelig (tabel 3). De andijviekiemplantjes werden

door alle komkommer-*Fusaria* in hevige mate aangetast, de bieten-kiemplantjes speciaal door *Fusarium angustum* en *Fusarium orthoceras* var. *longius*. Wellicht hangt deze grootere gevoeligheid van de kiemplantjes samen met de langzame ontwikkeling in het jeugd stadium. Dit kan in elk geval een verklaring vormen van het feit, dat deze *Fusaria* aangetroffen kunnen worden in de jonge wortels van gewassen die tot nu toe als onvatbaar voor *Fusarium* beschouwd werden.

Tenslotte is nog opmerkelijk, dat in de literatuur (WOOD (34)) vermeld wordt dat juist enkele *Fusaria* die de komkommer aan kunnen tasten (*Fusarium oxysporum* en *Fusarium solani* var. *Martii*) een antagonistische werking op de champignons (*Psalliota* sp.) uit kunnen oefenen, waardoor de groei van de champignons onderdrukt wordt.

d. Kweken van onvatbare rassen

In de literatuur is weinig bekend betreffende onvatbare meloen- of komkommerrassen. LEACH (13) vermeldt een aantasting van netmeloenen door *Fusarium bulbigenum* var. *niveum*, maar noemt geen onvatbare rassen. Wel zouden deze meloenen niet aangetast kunnen worden door de *Fusarium bulbigenum* var. *niveum*, die de watermeloenen aantast. RIETBERG (23) merkte echter duidelijke verschillen in vatbaarheid op bij een proef waar verschillende meloensoorten vergeleken werden, en waarin toevallig een hevige *Fusarium*-aantasting optrad.

Daarbij bleken enkele Hongaarsche suikermeloenen (Magyar Kincs en Toursi Cukor) benevens sommige Cantaloupe-typen (o.a. Cantaloupe Obus) weinig vatbaar te zijn voor *Fusarium*. Ook enkele ananas-typen waren minder vatbaar.

Deze tamelijk resistente vormen zijn echter veelal typen die op onze markt niet gewild zijn, zoodat zij hoogstens den grondslag zouden kunnen vormen van een veredelingsarbeid waarbij men zou moeten probeeren de goede eigenschappen van onze cultuurrassen te combineeren met de onvatbaarheid van de geïmporteerde rassen. Het is bovendien aan twijfel onderhevig of deze laatste rassen op hun beurt niet weer voor andere *Fusaria* vatbaar zullen zijn, die zich na verloop van enkele jaren in den grond zouden kunnen ophoopen en zoo opnieuw de ziekte veroorzaken (er komen immers een zeer groot aantal verschillende *Fusarium*soorten in den grond voor). Voordat men met een dergelijken veredelingsarbeid begint, dient men eerst de zekerheid te hebben dat deze meloenen werkelijk onvatbaar zijn voor alle in den grond voorkomende *Fusaria*. Hetzelfde geldt ook voor een eventuele veredeling bij komkommers.

Bij de watermeloenen worden in de Amerikaansche literatuur wel meer en minder vatbare rassen onderscheiden (COOK en NUGENT (3) en WILSON (32)). Geheel onvatbare zijn echter ook daar onbekend. De meer of mindere vatbaarheid voor *Fusarium* berust volgens BENNETT (2) op meerdere erfelijke factoren die een cumulatief karakter dragen, zoodat eventuele kruising en selectie niet eenvoudig zouden zijn. RIETBERG (23) nam bij de bovengenoemde proef waar dat bepaalde Hongaarsche watermeloenen (o.a. Sandor Pál-Féle) weinig of niet vatbaar waren voor *Fusarium*.

Over de komkommer is uit de literatuur niets bekend betreffende verschillen in vatbaarheid voor *Fusarium*. Wel wordt soms beweerd dat de oude Hollandsche komkommer minder vatbaar zou zijn, maar hiervan is niets met zekerheid bekend.

De verwelking van augurken is, zooals uit het onderzoek van TJALLINGII (27) gebleken is, wel is waar meestal aan andere oorzaken toe te schrijven,

maar algeheele onvatbaarheid van augurken voor *Fusarium* is tot nu toe niet vastgesteld. De resistente soort Baldur Délicatesse zou in de venen soms toch aangetast kunnen worden. In de Zucchetti of Vegetable Marrow werd op den Proeftuin tot nu toe nog geen *Fusarium*-aantasting opgemerkt, hetgeen ook wel samen kan hangen met de grootere koude-resistentie van dit gewas. Tenslotte moet nog de sierkalebas vermeld worden, in welk gewas men ook zelden of nooit verwelking op ziet treden.

Hoewel bovengenoemde gewassen niet alle als uitgangsmateriaal voor kruisingen zullen kunnen dienen, werd toch, in verband met de mogelijkheid om deze gewassen als onderstam voor komkommer of meloen te gebruiken, begonnen om van zoo veel mogelijk variëteiten van deze gewassen de vatbaarheid voor de op komkommer pathogene *Fusaria* na te gaan. Dit geschiedde weer in de eerste plaats met de kiemplantmethode. Het onderzoek heeft reeds enkele resultaten opgeleverd, die de moeite waard zijn (tabel 6). Zoo blijken bepaalde watermeloenen (Jeswiet) en Hongaarsche suikermeloenen (Magyar Kincs) zeer vatbaar te zijn voor de meeste *Fusarium*-stammen zooals *Fusarium angustum*, *Fusarium orthoceras*, *Fusarium orthoceras* var. *longius* en ook voor *Fusarium bulbigenum* var. *niveum*, zoodat wat deze laatste *Fusarium* betreft een betere overeenstemming met de Amerikaanse ervaringen optreedt dan bij ons vroeger onderzoek het geval was. De Hongaarsche suikermeloen Tours bleek aanmerkelijk minder vatbaar, maar werd door *Fusarium orthoceras* var. *longius* toch nog zeer hevig aangetast. Bij de sierkalebassen komen de minst vatbare typen voor waarbij er zijn die enkel door *Fusarium orthoceras* var. *longius* nog eenigermate aangetast kunnen worden. De augurk Baldur Délicatesse blijkt door bepaalde *Fusarium*-stammen vrij sterk aangetast te kunnen worden. Ook sommige Zuchetti-typen zijn behoorlijk resistent, maar toch niet in die mate als de beste sierkalebas-typen.

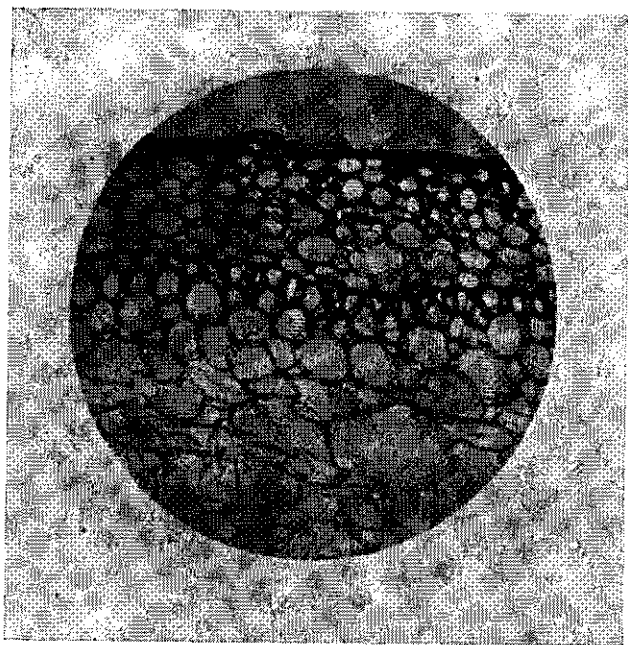
De op deze wijze gevonden minst vatbare typen kunnen als uitgangsmateriaal gebruikt worden om op te enten of mee te kruisen. Wel blijft natuurlijk de mogelijkheid bestaan dat dergelijke typen nog vatbaar zijn voor andere *Fusaria*. In ons onderzoek werd echter reeds een vrij uitgebreide verzameling van *Fusaria* betrokken en wanneer de zoo gevoelige kiemplanten een groote resistentie tegen al deze *Fusaria* vertoonen, dan wijst dit toch wel op een sterkere constitutie, hetgeen ook blijkt uit de mindere gevoeligheid voor ongunstige weersomstandigheden van verschillende van deze gewassen zooals Zucchetti en sierkalebas. Bij anatomisch onderzoek viel het ons op dat verschillende sierkalebassen een gesloten vezelring bezitten, gelegen enkele cellagen onder de epidermis (afb. 5), welke ring wij bij geen der andere Cucurbitaceaën konden waarnemen. De sierkalebas werd echter in een wat ouder ontwikkelingsstadium onderzocht dan de andere planten. Wellicht bevordert deze vezellaag de resistentie van de sierkalebas.

e. Enting op onvatbare onderstammen

De mogelijkheid van enting van komkommers op onvatbare onderstammen werd het eerst aangetoond door VAN DER KROFT (12). Hij entte daartoe op de augurk Baldur Délicatesse. Deze enting gaf het beste resultaat wanneer de onderstammen reeds 3—4 karakteristieke bladeren bezaten (kiemlobben dus niet meegerekend). Er werd dan een spleet-enting toegepast op het tweede lid, waarbij de ent vastgebonden werd door middel van metalen klemmetjes, waartusschen een stukje ventielslang aangebracht was. De bladeren van

den onderstam werden in den loop van enkele weken geleidelijk afgeplukt. De planten moeten na de enting in zeer vochtige lucht staan (bijv. onder dubbel glas in de kweekkas). De lucht moet daartoe met een fijnen nevel uit een kasspuit vochtig gesproeid worden. Het beste is de eerste week niet te luchten en bij zonnig weer te schermen, waarna men de planten in ± 20 dagen geleidelijk moet afharden.

In 1942 werden op den Proeftuin de eerste entingen op verschillende onderstammen verricht, waarbij bovenstaande voorschriften van VAN DER KROFT zooveel mogelijk in acht genomen werden. Het was echter reeds midden



afb. 5

in den zomer toen de entingen plaats hadden, dus te laat om nog normaal ontwikkelde planten te krijgen. Bovendien was de temperatuur zeer hoog waaraan het minder mooie resultaat ten deele moet worden toegeschreven. Als ent werden kleine koppen van donkergroene Spiers gebruikt. De bevestiging had plaats door middel van paperclips. De verente planten werden weggezet in tabletten onder éénruiters. Het resultaat ziet men in tabel 7. De beste vergroeiing had plaats bij de augurk *Délicatesse*. Op sierkalebas viel het resultaat mee daar in verband met den in sterke mate hollen stengel het enten hierop niet eenvoudig was. Van de Hongaarsche suikermeloenen gaf Tours het beste resultaat. Bij de verschillende watermeloenen slaagde de vergroeiing nog minder goed. Deze bezaten trouwens een ongewenschten, dunnen, weinig stevigen stengel. Bij de Zucchetti had in het geheel geen vergroeiing plaats. Hier was de verwantschap in stengelbouw waarschijnlijk te gering. De Zucchetti bezat n.l. een zeer forschen stengel met een wijde holte, waarop de enten moeilijk bevestigd konden worden.

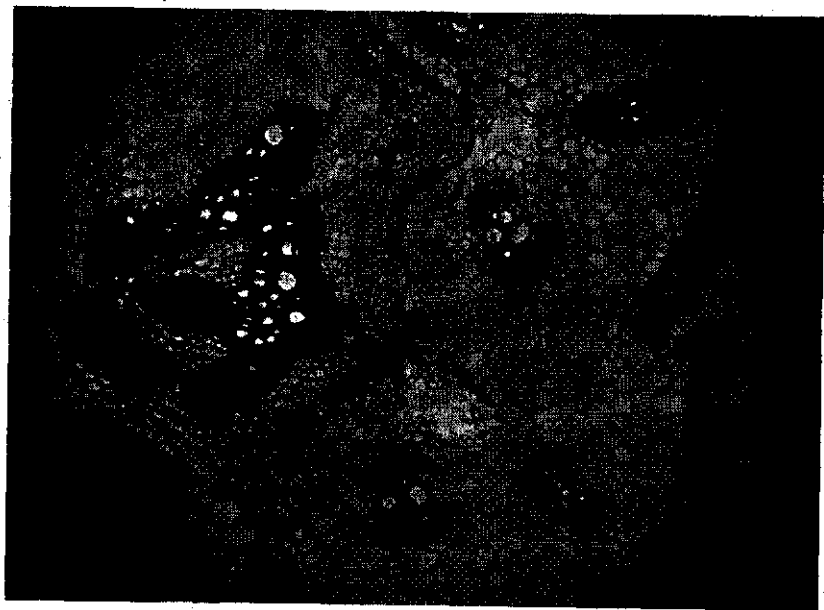
Door Ir. ASTREGO werd aan deze entingen nog een groeistofproef verbonden, waarbij de enten en onderstammen behandeld werden met 0,01 %

β -indolyl-azijnzuur. Het resultaat was echter gering (tabel 8) en de vergroeiing scheen er eerder door geremd dan bevorderd te worden, welk resultaat in overeenstemming is met de ervaringen van VAN DER KROFT (12).

In 1943 werden deze entingen herhaald bij de onderstammen die in 1942 het beste waren gebleken, benevens bij een aantal nieuwe typen van water-meloenen, een andere herkomst van Zucchetti en verschillende typen van sierkalebas. Op deze onderstammen, alsmede op alle in 1942 beproefde onderstammen, werden nu bovendien suikermeloenen geënt. Deze entingen werden ten deele weer gecombineerd met een groeistofbehandeling. Ditmaal werden verschillende concentraties traumazinezuur geprobeerd. Het aantal vergroeiingen was echter het grootste bij de contrôle, en nam af naarmate een hogere groeistof-concentratie gebruikt werd (tabel 9).

De entingen hadden nu alle plaats op de knoopen, omdat de bevestiging bij holle onderstammen daar gemakkelijker is. De eerste partij werd geënt op den eersten knoop (10 Spiers op Zucchetti, 40 Spiers op Baldur Délicatesse en 40 Spiers op sierkalebas). Alle latere entingen geschieden op den tweeden knoop. De resultaten waren zeer slecht (tabel 10 en 10a). Waarschijnlijk is de verzorging van de entingen nog onvoldoende geweest. Toch kreeg men den indruk dat de Spiers-komkommer nog het beste vergroeide op sierkalebas en op enkele Hongaarsche suikermeloenen. De suikermeloenen vergroeiiden over het algemeen wat gemakkelijker dan de komkommers; dit was ook het geval bij de tweede partij entingen. De suikermeloen gaf ook een vrij behoorlijk percentage vergroeiingen op Cantaloupe Obus en op de Hongaarsche suikermeloen Tours. Een tweede partij entingen, verricht in de tweede helft van Juni gaf een veel beter resultaat te zien (tabel 10b en 10c). Hierbij werd de grootst mogelijke aandacht besteed aan de verzorging van de entingen. Zoo werd de lucht onder de ramen de eerste dagen $2 \times$ per dag vochtig gespreoid. Daarna werd gespreoid en geschermd naar omstandigheden, zooals de mate van zonneschijn. Uit de cijfers van tabel 10b en 10c blijkt wel, dat wat de vergroeiing betreft verschillende typen van sierkalebas een geschikten onderstam vormen zoowel voor meloenen als voor komkommers.

Een deel van deze laatste entingen werd eind Juli uitgeplant onder platglas, n.l. 15 komkommers en 15 meloenen. Daarvan bleek echter het grootste deel niet aan te slaan, zoodat tenslotte slechts 6 komkommer-, en 3 meloenplanten zich volledig ontwikkeld hebben en normaal vruchten geleverd (6 meloenen per plant). Dit verschijnsel dat ook wel bij proeven bij tuinders opgemerkt werd, vormt nog een groot bezwaar tegen praktische toepassing van de entingen. Het zal waarschijnlijk ten deele toegeschreven moeten worden aan wortelbeschadiging tengevolge van het lange staan in de potten. In hoeverre het ook een gevolg kan zijn van een onvoldoende vergroeiing zal nog nader onderzocht moeten worden. Bij een anatomisch onderzoek van de geslaagde entingen is wel gebleken, dat de vergroeiing vaak slechts zeer plaatselijk is. Zoo was er bijna nooit sprake van vergroeiing van de ent op den knoop. Meestal was alleen het onderste puntje van de ent aan den onderstam vastgegroeid. En dit was dan soms nog slechts aan één zijde bij een vaatbundel het geval terwijl de rest van de ent zich rondom los in den onderstam bevond (afb. 6 en 6a). Bij de entingen blijft de onderstam onveranderd; de vergroeiing gaat uit van de ent die in alle richtingen cambium- en houtweefsel vormt, waarbij dan soms zijdelingsche verbindingen met de vaatbundels van den onderstam tot stand komen waardoor de watervoorziening van de ent verzekerd is (afb. 6b). De vorming van phloëm-verbindingen schijnt minder



afb. 6

snel plaats te hebben. Het lijkt daarom ook wenschelijk den onderstam niet te snel kaal te plukken, opdat de ontwikkeling van den onderstam niet achterblijft door gebrek aan voeding met assimilaten.

Er zijn in 1943 ook verschillende proeven genomen door tuinders. Bij de meeste proefnemers was het resultaat zeer slecht omdat niet voldoende zorg aan de proeven besteed werd, waardoor de diverse bewerkingen niet op het juiste moment uitgevoerd werden, maar op een oogenblik dat er toevallig tijd voor was. Ook deugden soms de gebruikte onderstammen niet. Goed opgezet en verzorgd waren de proeven bij VANDER HELM in den Hoorn en bij



afb. 6a

VAN DALEN in Honselersdijk, waarover hier eenige bijzonderheden volgen.

Bij VAN DER HELM werden \pm half Maart Spiers-komkommers op Zucchetti

geënt. Ongeveer 2 weken later werden dezelfde komkommers op sierkalebas geënt en nog weer enkele weken later op de augurk Baldur Délicatesse. Alle entingen hadden plaats op den tweeden knoop, terwijl zij vastgebonden werden met paperclips of haakjes van ijzerdraad. Daarna werden zij weggezet onder dubbel glas en afgeschermd met rietmatten. De entingen op Zucchetti zijn waarschijnlijk te lang afgeschermd geweest (1 week lang, dag en nacht) en wat

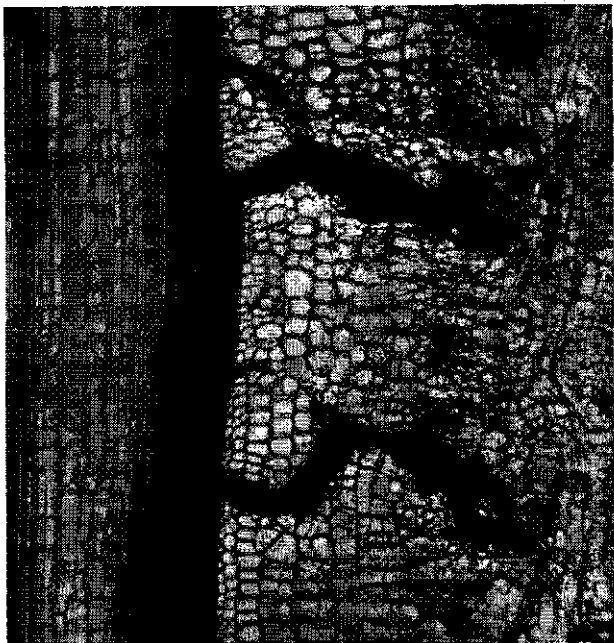


afb. 6b

te veel gebroesd, waardoor bij reeds vergroeide entingen rotting is opgetreden. Op de Baldur Délicatesse werden te oude enten geplaatst afkomstig van grootendeels verdroogde komkommerplanten. De Zucchetti was een geheel ander type dan op den Proeftuin gebruikt werd. Deze had een stengel van een meer normalen diameter (met een minder wijde holte) terwijl ook de internodiën langer waren en de bladeren minder wijd afstonden van den stengel. Het resultaat was, dat van de 115 entingen op Zucchetti er aanvankelijk 68 ver-

groeiden waarvan er echter tenslotte slechts 27 na uitpoten op de rij flinke normaal ontwikkelde planten hebben opgeleverd, hetgeen $\pm 23\%$ van het verrichte aantal entingen is. Van deze planten werden er later nog 4 aangetast door *Fusarium*, hetgeen $\pm 15\%$ is. Van de 54 entingen op sierkalebas zijn er 23 goed geslaagd en hebben na uitplanting op de rij normaal ontwikkelde planten opgeleverd, hetgeen $\pm 43\%$ is. Hiervan is geen enkele plant door *Fusarium* afgestorven. Van de 117 entingen op Baldur Délicatesse zijn er aanvankelijk 50 vergroeid en hebben er na uitplanting op de rij 21 normale planten gevormd, hetgeen $\pm 18\%$ is. Hiervan werden 2 planten aangetast door *Fusarium*, hetgeen $\pm 10\%$ is. Van de 31 niet verente komkommerplanten die op dezelfde rij stonden zijn er reeds vroegtijdig 12 door *Fusarium* afgestorven, hetgeen $\pm 39\%$ is. De sierkalebas maakte dus, zoowel wat de vergroeiing betreft als wat betreft de onvatbaarheid t.o.v. *Fusarium*, den besten indruk. De opbrengst was wel is waar op de Zucchetti beter, maar dit hangt nauw samen met de langere groeiperiode bij de entingen op dezen laatsten onderstam (tengevolge van de vroegtijdiger uitplanting en tengevolge van het feit dat alle komkommers gelijktijdig opgeruimd werden). De entingen op Zucchetti leverden 14 vruchten per plant in 74 dagen, de entingen op sierkalebas 9 vruchten in 50 dagen. Op den Zucchetti-onderstam werden echter meer zeer groote vruchten geoogst, n.l. \pm een kwart AA-komkommers en bijna de helft A-komkommers, op de sierkalebas-onderstam daarentegen slechts $\pm 5\%$ AA-komkommers en bijna $2/3$ deel A-komkommers.

Bij VAN DALEN werden begin April netmeloenen geënt op Zucchetti, sierkalebas en de Hongaarsche suikermeloen Magyar Kincs. De entingen werden alle verricht op den tweeden knoop, terwijl de bevestiging plaats had met schelkoord dat hiervoor heel geschikt bleek te zijn. De verzorging van de entingen geschiedde nauwkeurig volgens het voorschrift van VAN DER KROFT. Voor het uitplanten in de rij hebben de planten echter te lang in pottengestaan waardoor ze een bruin wortelstelsel vertoonden. Er zijn dan ook slechts weinig planten normaal doorgegroeid. Het resultaat was dat van de 45 entingen op sierkalebas er aanvankelijk 38 vergroeid zijn; hieruit werden echter slechts 9 normaal ontwikkelde planten op derij verkregen. Van de 43 entingen op Zucchetti waren eraanvankelijk 33 geslaagd, waarvan echter geen enkele plant op de rij tot normale ontwikkeling kwam. Van de 20 entingen op Hongaarsche suikermeloen vergroeiden er aanvankelijk 7. Hieruit werden 4



afb. 6b

flinke planten op de rij verkregen. Toen een periode van koud, nat weer inviel, hadden de ongeënte meloenplanten hiervan veel teljden, waardoor vele vruchten noodrijp werden. Dit was ook het geval bij de entingen op Hongaarsche suikermeloen. De entingen op sierkalebas groeiden echter normaal door en vormden mooie groote vruchten, zij het iets later dan de ongeënte planten tengevolge van de aanvankelijke groeistagnatie. De sierkalebas gaf dus van alle onderstammen de meest hoopvolle resultaten. De entingen bij de andere tuinders geschieden onder de meest uiteenlopende omstandigheden. Uit al deze proeven is wel gebleken dat het voor het verkrijgen van een voldoende hoog percentage geslaagde entingen noodig is op de volgende punten te letten:

1. Geënt moet worden in het juiste stadium, d.w.z. op den tweeden of derden knoop. Bij enting op den eersten knoop groeit de onderstam vaak niet door en vormt de ent door den onderstam heen een wortel. Bij enting op hogere knoopen wordt de onderstam te oud. De komkommers en meloenen kunnen het beste ± 1 week eerder gezaaid worden dan de onderstam.
2. De ent moet jong en groeikrachtig zijn. Men dient geen koppen van lange ranken te gebruiken. Het beste is, dat de ent niet te klein is, maar reeds flink ontwikkelde bladeren bezit.

3. Vastbinden is noodzakelijk. Schelkoord is hiervoor een zeer geschikt materiaal. Het tegen den stengel aanbinden van de bladeren om zodoende het uitvallen van de ent te voorkomen heeft meestal een iets minder gunstig resultaat dan het rechtstreeks vastbinden van de ent.

4. De voorschriften van VAN DER KROFT betreffende de afscherming van entingen en het vochtig sproeien van de lucht dienen nauwkeurig opgevolgd te worden. Ook een te langdurige afscherming is schadelijk, doordat het afrotten van reeds vergroeide planten hierdoor bevorderd wordt, vooral wanneer er veel op de planten gebroesd wordt.

5. Na de vergroeiing dienen knellende bevestigingen (paperclips, ijzerdraadjes, raffia) zoo spoedig mogelijk verwijderd te worden.

6. Men moet den onderstam zoo kort mogelijk in potten laten staan omdat deze anders „potziek” wordt. De wortels worden dan bruin en de groei stagneert. Men moet er daarom naar streven de entingen zoo spoedig mogelijk op de rij uit te planten, waar de groei des te spoediger hervat wordt naarmate de wortels minder geleden hebben.

7. De bladeren van den onderstam mogen niet te snel verwijderd worden omdat een goed doorgroeien van den onderstam hierdoor belemmerd kan worden.

IV. LEVENSWIJZE VAN DE PARASIEET

a. Het overblijven in den grond

Evenals zoovele andere planten-parasieten kan ook de *Fusarium* in den grond overblijven. Dit achterblijven in den grond is echter bij de *Fusarium* een bijzonder moeilijk probleem daar hier niet alleen sprake is van een overwintering door wintersporen. De *Fusarium* kan zich bovendien ook saprophytisch ontwikkelen en vermenigvuldigen in den grond waarbij zij haar voedsel onttrekt zoowel aan komkommerafval als aan andere organische stoffen in den grond. Bij laboratoriumproeven is gebleken dat, wanneer men een erlenmeyer met 50 g sterielen humusrijken tuingrond ent met *Fusarium*, binnen één week tijd deze geheele grond doorgroeid is met *Fusarium* waarvan het witte donzige mycelium duidelijk zichtbaar is. In een niet sterielen grond zal deze ontwikkeling natuurlijk aanzienlijk langzamer verlopen door de concurrentie met andere micro-organismen in den bodem. In verband met het voorgaande is het echter zeer goed te begrijpen dat de *Fusarium* vaak vele jaren in den grond kan overblijven ook al teelt men in dien tijd geen vatbare gewassen.

Toch wil dit niet zeggen dat vruchtwisseling weinig invloed zou hebben op het optreden van *Fusarium*. Zoo lang geen vatbare gewassen geteeld worden zal de uitbreiding van voor komkommer pathogene *Fusarium*-stammen slechts gering blijven. Zoodra echter vatbare gewassen zooals komkommers, meloenen of boonen geteeld worden, zullen de ontwikkelingsvoorwaarden voor deze schimmels veel gunstiger worden, zoodat de veelvuldig herhaalde komkommerteelt een zware besmetting van den grond ten gevolge zal hebben. In de practijk worden veelal om het andere jaar op eenzelfde stuk land komkommers geteeld hetgeen in verband met het optreden van ziekten feitelijk veel te vaak is. Bij de jaarlijksche teelt van komkommers in kassen is dit bezwaar minder groot, omdat hier een algeheele grondontsmetting beter uitvoerbaar is.

Uit de enquête van 1940 is ook duidelijk gebleken van hoe groote beteekenis de vruchtwisseling is in verband met het optreden van *Fusarium*. Onder de

gezonde tuinen bevonden er zich namelijk verschillende, waar de komkommers slechts met groote tusschenpoozen geteeld werden (minstens om de 4 jaar, tabel 1, monsters 16 — 19 — 22 — 25 — 39 — 41). Deze invloed kwam bijzonder duidelijk tot uiting op enkele tuinen waar op het eene gedeelte veelvuldiger komkommers geteeld werden dan op een ander gedeelte (gevallen 19 — 30 — 39), en waar steeds de sterkste aantasting voorkwam op de percelen die het vaakst met komkommers beteeld waren. Over het algemeen werd hieruit den indruk verkregen dat reeds bij het om de 3 jaar telen van komkommers, de *Fusarium*-aantasting wat minder hevig was dan wanneer om het andere jaar komkommers geteeld werden. Ook uit een reeds vroeger op den Proeftuin genomen proef (RIETBERG (23)) is gebleken, dat de besmettingstoestand van den grond na een tusschenpooze van 4 jaar aanmerkelijk verminderd was hoewel nog steeds levenskrachtige *Fusarium*kiemen aanwezig waren. Er zijn echter ook ervaringen door tuinders opgedaan waarbij na het gedurende 6—8 jaar wegblijven met komkommers de grond nog besmet bleek te zijn. Dat de bevindingen in de praktijk betreffende het overblijven van *Fusarium* in den grond vaak tegenstrijdig zijn, kan aan verschillende omstandigheden worden toegeschreven:

1. *Aan het verschillend humusgehalte van den grond.* In het algemeen is het de ervaring van tuinders en assistenten, dat in humusrijke gronden en in het bijzonder in veengronden de *Fusarium* zich langen tijd handhaaft ook al worden er geen komkommers op geteeld. Ook de resultaten van de enquête van 1940 wezen in deze richting (tabel 1, van de eerder genoemde gevallen 16 — 19 — 22 — 25 — 39 — 41 bezit slechts n°. 25 een matig hoog humusgehalte).

Dit is ook wel verklaarbaar in verband met de groote hoeveelheid organisch voedsel in deze gronden. Volgens WERNER (31) verdwijnen de sporen van *Fusarium bulbigenum* var. *niveum* zeer snel in een vochtigen grond die arm is aan organische stof. Zij zouden verteerd worden door protozoën en bacteriën. Volgens REINKING (21) wordt de *Fusarium*groei in den grond sterk bevorderd door de aanwezigheid van veel organische stof (o.a. stroo). Zodoende is juist op komkommergronden het milieu gunstig voor de ontwikkeling van *Fusarium*. Volgens REINKING (21) wordt deze ontwikkeling ook bevorderd door een hoog CO_2 -gehalte, hetwelk juist op kan treden tengevolge van een rijkdom aan organische stof. Volgens REINKING EN MANNS (22) kan de bananen-*Fusarium* wel 10 jaar achterblijven in den grond van oude bananenplantages, die omgezet zijn in cacaoplantages. Hier zou de *Fusarium*-ontwikkeling juist het sterkste zijn op lichte gronden waar dus niet bepaald een hoog CO_2 -gehalte is te verwachten. Er wordt nog getracht door middel van laboratorium-proeven nauwkeurig te bepalen, welke omstandigheden in den grond invloed hebben op de ontwikkeling van de voor komkommer pathogene *Fusaria*.

2. *Aan het meer of minder diep onderbrengen van de sterkst besmette oppervlakte-laag door verdelving.* Het eerste jaar na verdelving wordt meestal minder last van *Fusarium* ondervonden. Dit bleek ook duidelijk uit de enquête van 1940. Er werden daarbij een aantal tuinen aangetroffen, waar veelvuldig komkommers geteeld werden en waar toch geen *Fusarium* in beteekenende mate voorkwam. In vele dezer gevallen (28 — 30 — 31 — 44 — 45 — tabel 1) werd het land echter geregeld verdolven. Ook het verschil in aantasting in geval 32 — 33 tusschen het wel en niet verdolven gedeelte, wijst op een tijdelijke verbetering door deze werkwijze.

3. *Aan de gewassen die in den tusschentijd geteeld worden.* Het telen van meer of minder vatbare gewassen, vooral van boonen is natuurlijk af te raden. Het inzaaien van grasland wordt daarentegen vaak als gunstig beschouwd voor de verdwijning van de komkommer-Fusaria. Volgens ZILLING (36) breiden de Fusaria van de planten-pathogene Elegans-groep (o.a. *Fusarium oxysporum*) zich juist sterk uit op grasland, terwijl zoowel bij grassen als granen aantastingen door Fusarium bekend zijn. Het verdient in elk geval aanbeveling er voor te waken dat op zulke tijdelijke graslanden geen resten van komkommers, boonen, of komkommergrond terecht komen.

b. Afscheiding van toxinen

Vroeger dacht men, dat de verwelking van verschillende gewassen door Fusarium-aantasting het gevolg was van een verstopping van de houtvaten door het schimmelmycelium. Uit later onderzoek is echter gebleken dat daartoe lang niet voldoende schimmeldraden in de houtvaten gevormd worden. Het is echter bij verschillende gewassen mogelijk de normale Fusarium-symptomen en in het bijzonder de verwelking te voorschijn te roepen door het wortelstelsel te laten groeien in water waaraan een extract van een cultuur van de pathogene Fusarium toegevoegd is, ook wanneer dit extract te voren goed gefiltreerd en tot koken toe verhit wordt, zoodat er zich beslist geen levende Fusariumkiemen meer in bevinden. Men moet dus wel aannemen, dat door de Fusarium-schimmel bepaalde vergiftige stoffen, de z.g. toxinen worden afgescheiden, die een beschadigende werking op de houtvaten uitoefenen en deze ongeschikt maken voor watervervoer. Uit een onderzoek van WILSON (32) bij watermeloen is gebleken dat vatbare rassen reageeren met gomophoping in de houtvaten.

Er zijn reeds veel onderzoeken gedaan om den aard van deze toxinen te bepalen, tot nu toe zonder veel definitieve resultaten. Uit het werk van ROSEN (24) is gebleken dat deze toxinen minstens van tweeërlei aard zijn. Het residu na destillatie van een Fusarium-extract bleek n.l. uiterst toxisch. ROSEN schreef dit toe aan de aanwezigheid van nitrieten, waarvan door Fusarium in een voedingsoplossing na 2—3 weken 1—4 mg per 100 cc gevormd zou kunnen worden. Deze hoeveelheden bleken in staat katoenplanten te doen verwelken. Daarnaast bleek ook nog een vluchtig bestanddeel, dat bij destilleeren overgaat, toxische eigenschappen te bezitten. VAN DER VEEN (28) kwam echter later tot een andere conclusie. Volgens hem kunnen Fusarium of Verticillium in reïncultures niet zooveel nitriet vormen als nodig is om de planten (asters) te doen verwelken. En bovendien zouden de nitrieten voor deze schimmels bijna even schadelijk zijn als voor de planten. Ook SCHAFFNIT en LUDTKE (25) gelooven niet aan de nitriet-hypothese van ROSEN. Zij toonden aan, dat de toxische stoffen zoowel in de cultuurvloeistof als in de schimmeldraden aanwezig waren, en veronderstelden, dat deze zouden bestaan uit een combinatie van aminozuren. Bepaalde aminozuren (d-lysine en d-arginine) bleken in een 0,5 % oplossing tomaatplanten snel te doen verwelken.

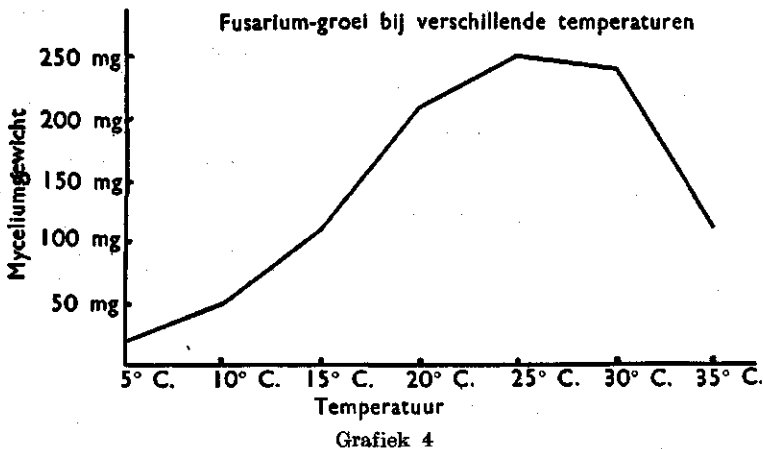
Ook op den Proeftuin werd dit onderzoek voortgezet, tot nu toe zonder veel resultaat. Wel is gebleken dat de groei van *Fusarium angustum* in een cultuurvloeistof weinig hinder ondervindt van nitriet-concentraties tot 5 mg per 100 cc. Meestal verdween de nitriet echter zeer snel uit de cultuurvloeistof, en wel des te sneller naarmate een sterker Fusariumgroei optrad. Na 3 dagen was meestal practisch alle nitriet verdwenen. Dit behoeft er in het geheel niet op te wijzen, dat de nitriet door de Fusarium geconsumeerd wordt. Het

is n.l. ook mogelijk dat de daling van de pH (tot ± 5) die het gevolg is van de *Fusarium*-ontwikkeling, de snelle ontleding van de nitriet bevordert. In enkele gevallen bleven in de cultuurvloeistof, juist bij een krachtige *Fusarium*-ontwikkeling, steeds kleine hoeveelheden nitriet aanwezig, ook nog na 2 weken *Fusarium*-groei. Dit zou er op kunnen wijzen dat er wel nitrieten door de *Fusaria* gevormd kunnen worden. In welke mate dit het geval is en of deze mede een oorzaak van de komkommer-verwelking kunnen vormen, kan pas uitgemaakt worden wanneer precies bekend is welke omstandigheden leiden tot de verdwijning van de nitrieten uit de cultuurvloeistof, zoodat men dit verschijnsel bij verdere proefnemingen uit zou kunnen sluiten.

Reeds eerder hebben wij opgemerkt dat de omstandigheden in den grond bij de komkommercultuur vaak zoodanig zijn dat er gemakkelijk nitrieten gevormd kunnen worden, en dat deze zich in den grond in aanzienlijke mate kunnen ophoopen. Ook met de eventueel door *Fusarium* gevormde nitrieten zou dit natuurlijk heel goed het geval kunnen zijn, evenals wellicht met andere door de *Fusarium* gevormde stabiele toxinen. Daardoor zou een grond op den duur wellicht min of meer vergiftigd kunnen worden voor de komkommercultuur. Een beoordeeling van grondontsmettingsmiddelen door middel van potproeven of op platglas-rijen zou om deze reden wel eens niet altijd zuiver kunnen zijn.

e. Invloed van uitwendige omstandigheden

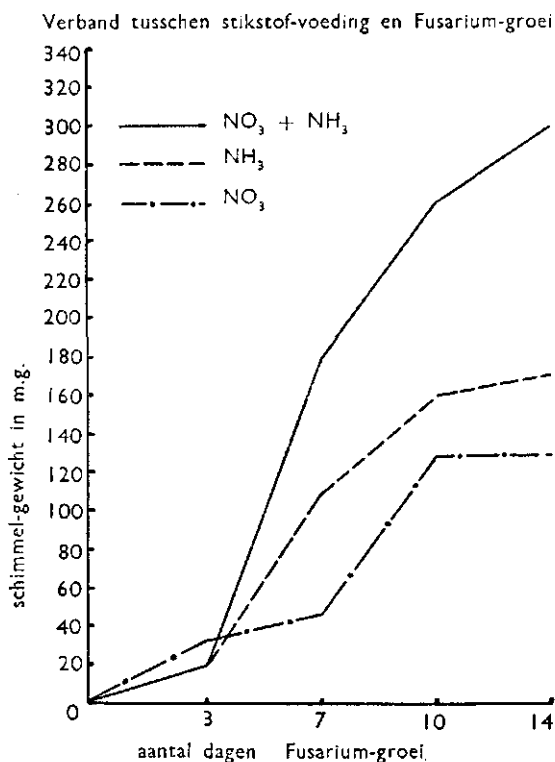
De uitwendige omstandigheden oefenen niet alleen invloed uit op de vatbaarheid van de plant maar ook een directen invloed op de ontwikkeling van de *Fusarium*. Hierover is reeds het een en ander uit de literatuur bekend. Deze gegevens werden gecontroleerd aan de hand van *Fusarium*-groei-proeven in voedingsoplossingen. Hiervoor werd één bepaalde *Fusarium* gebruikt, n.l. *Fusarium angustum*, één der voor komkommer meest pathogene *Fusaria*.



1. De Temperatuur

Door LEACH EN CURRENCE (14) is de invloed van de temperatuur op den groei van *Fusarium bulbigenum* var. *niveum* nagegaan. Dit is de *Fusarium* die de verwelking van meloenen in de Vereenigde Staten veroorzaakt. De optimale temperatuur voor den myceliumgroei was 27° C., de minimum temperatuur 6° C., en de maximum temperatuur 37° C. Bij ons onderzoek werd de groei bij temperaturen van 5—35° C. vergeleken (grafiek 4). Daarbij bleek,

dat ook bij *Fusarium angustum* de optimale temperatuur in de buurt van 25° C. lag. Ook bij 35° C. was de groei nog vrij sterk, zoodat niet den indruk verkregen werd dat deze temperatuur reeds dicht bij het maximum lag. Bij 10° C. was de groei wel is waar aanmerkelijk minder, maar toch bedroeg de gevormde hoeveelheid schimmel nog $\pm 20\%$ van het myceliumgewicht bij de optimale temperatuur. Hieruit blijkt dus wel, dat de *Fusarium* aan de



Grafiek 5

temperatuur minder hoge eischen stelt dan de komkommerplant. Zij kan zich bij zeer uiteenlopende temperaturen goed ontwikkelen. Voor den groei van de komkommerplant zijn de hoogste temperaturen het gunstigst. Vandaar dat de *Fusarium*-aantasting zich het sterkste zal openbaren bij matige en ook bij lage temperaturen daar de komkommerplant door de lage temperaturen veel sterker benadeeld wordt dan de *Fusarium*: koude poot.

2. De bemesting

Uit een onderzoek van VAN DER VEEN (28) is gebleken, dat *Fusarium conglutinans* var. *callistephi* (verwekker van een verwelkingsziekte bij asters) veel beter ammonium-ionen dan nitraat-ionen als stikstofvoeding kan gebruiken, hoewel bij gelijktijdige aan-

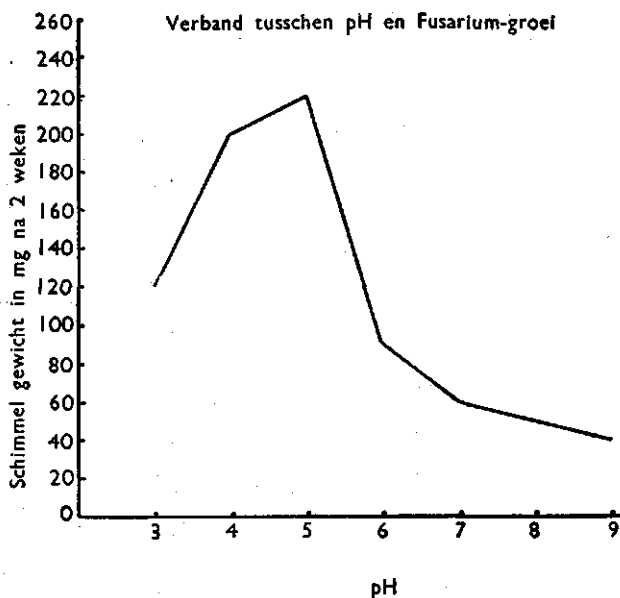
wezigheid van nitraat- en ammonium-ionen ook nitraat opgenomen wordt. Ook ureum is een geschikte stikstofbron daar hieruit ammoniumcarbonaat gevormd wordt. Zoo kan ook asparagine dat vooral bij rijkelijke ammoniakvoeding in groote hoeveelheden in de plant gevormd zou worden, heel goed door de *Fusarium* als N-bron gebruikt worden.

Onze voorloopige proeven met *Fusarium angustum* (grafiek 5) gaven een dergelijk resultaat. Doordat de voedingsoplossingen niet voldoende gebufferd waren, trad een sterke daling van de pH bij voeding met enkel ammoniakstikstof op. Verreweg de sterkste schimmelgroei werd daardoor verkregen bij een gemengde ammoniak-nitraatvoeding. Met enkel ammoniak was de schimmelontwikkeling veel geringer door den nadeeligen invloed van de lage pH, maar met enkel nitraat was het myceliumgewicht toch nog belangrijk kleiner. Het verdwijnen van de ammoniak uit de cultuurvloeistof verliep ongeveer evenredig aan de toename van het myceliumgewicht (tabel 11) en onafhankelijk van de al of niet tegelijkertijd aanwezige nitraat-ionen. Dit wijst op een voorkeur van de *Fusarium* voor ammonium-ionen als N-voeding.

Hieruit is de vaak hevige *Fusarium*-aantasting op gronden met veel direct opneembare ammoniakstikstof gedeeltelijk te verklaren.

3. De toestand van den grond

Volgens REINKING (20 en 21) zou de *Fusarium*-ontwikkeling in den grond bevorderd worden door de aanwezigheid van organische stof (C-bron) en



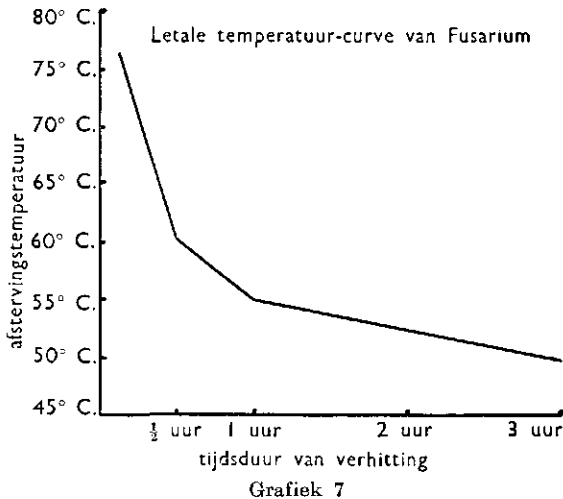
Grafiek 6

door een hoog CO_2 -gehalte. De invloed van deze laatste factor werd nagegaan door middel van laboratoriumproeven. Hieruit is komen vast te staan dat een stijging van het CO_2 -gehalte tot 5 % en een daling van het O_2 -gehalte tot 10 % den groei van *Fusarium angustum* niet benadeelen. Zelfs bij een CO_2 -gehalte van 80 % en een O_2 -gehalte van 3 % is nog groei mogelijk. Deze is dan echter geringer.

Sommige vroegere onderzoekers wijzen erop dat een zure reactie van den grond den groei van de *Fusarium* kan bevorderen. Ook de resultaten van de enquête van 1940 wezen erop dat een lage pH van den grond de *Fusarium*-aantasting bevordert. Voorloopige proeven met *Fusarium angustum* lieten zien dat deze *Fusarium* zich het beste ontwikkelt bij een pH van 5 of iets daar beneden (grafiek 6). Er werden pH's vergeleken van 3 tot 9. Bij al deze pH's was nog *Fusarium*-groei mogelijk; bij de hoogere pH's was deze echter veel geringer. Door het geringe bufferend vermogen van de cultuurvloestof trad tengevolge van den *Fusarium*-groei spoedig een nivellerings van de pH in, waarbij deze de neiging had te naderen tot een waarde van ± 5 . Een lage pH van onzen cultuurgrond benadeelt dus niet alleen rechtstreeks het komkommengewas, maar bevordert bovendien de ontwikkeling van schadelijke *Fusarium*-schimmels.

d. De afstervingstemperatuur

Het is van belang de temperatuur, waarbij de verschillende pathogene *Fusaria* afsterven, nauwkeurig te kennen in verband met de mogelijkheid van grondontsmetting door stoomen. Er is hierover reeds het een en ander uit de literatuur bekend. Zoo vermeldt Wood (34) dat *Fusarium solani* var. *Martii* afsterft na 5 minuten verhitting tot 51° C. of 20 minuten verhitting tot 48° C., en *Fusarium oxysporum* na 5 minuten verhitting tot 59° C. of 20 minuten verhitting tot 55° C. De grond zou bevrijd kunnen worden van deze *Fusaria* door haar een half uur te stoomen tot 60 à 70° C.

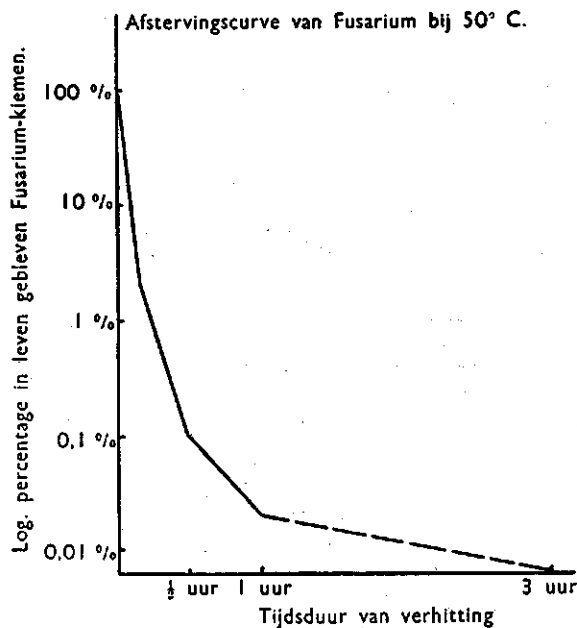


Bij ons eigen onderzoek was het er om te doen de minimum temperaturen te weten te komen waarbij beslist alle *Fusarium*kiemen gedood worden. Er werd daarom gewerkt met een mengsel van alle voor komkommer pathogene *Fusaria* hetwelk aanvankelijk als suspensie in waterig milieu verhit werd. Deze suspensie werd daarna in verschillende verdunningen op schalen met kersenagar gebracht waarop na 2 dagen het aantal *Fusarium*-koloniën geteld werd. De verhitting had plaats gedurende resp.

10—30—60 en 180 minuten, en bij temperaturen variërend van 45° C. tot 75° C. met intervallen van 5° C. Op grafiek 7 werd het verband tusschen den tijdsduur van verhitting en de letale temperatuur afgezet. Hieruit blijkt dat bij een kortstondige verhitting (10 minuten) een temperatuur van 75° C. vereischt wordt om alle *Fusarium*kiemen te doden terwijl bij een langdurige verhitting een temperatuur van 50° C. hiervoor reeds voldoende is. Het is dus wenschelijk, om door een goede afdekking van den grond tijdens en enkele uren na het stoomen, de warmte eenigen tijd in den grond te houden. Er werd ook nog een proef genomen met verhitting van een mengsel van dezelfde *Fusaria* in reageerbuizen met grond die voor 75 % met water verzadigd was. Er werd alleen verhit tot de kritische temperaturen uit grafiek 7 waarbij de *Fusarium*kiemen in waterig milieu dus juist tot afsterving gebracht werden. Ook in het milieu grond werden bij deze temperaturen alle kiemen gedood zoodat de verkregen resultaten ook toepasselijk zijn voor de omstandigheden tijdens het stoomen van grond.

Een merkwaardig verschijnsel is nog dat de afsterving niet geleidelijk verloopt. Bij verhitting gedurende 10 minuten stierf bij 50° C. reeds 98 % van de *Fusarium*kiemen af terwijl voor het doden van de laatste kiemen een veel hogere temperatuur (75° C.) noodig was. Zoo stierf bij verhitting gedurende 1 uur bij 45° C. reeds 99 % af terwijl pas bij 55° C. de laatste kiemen gedood werden. Het lijkt dus, of een deel van de *Fusarium*kiemen wat beter bestand is tegen hooge temperaturen dan de rest. Dit zouden de

dikwandige chlamydosporen kunnen zijn. De afstervingskromme bij 50° C. geeft een bevestiging van deze opvatting (grafiek 8). Hierin werd de logarithme van het percentage in leven gebleven *Fusarium*kiemen uitgezet tegen den tijdsduur van verhitting. Aldus werd een gebogen lijn verkregen met de bolle zijde naar beneden gekeerd. Dit wijst volgens KLUYVER (9) met zekerheid op heterogeniteit van het verhitte materiaal. De afsterving van de laagste organismen



Grafiek 8

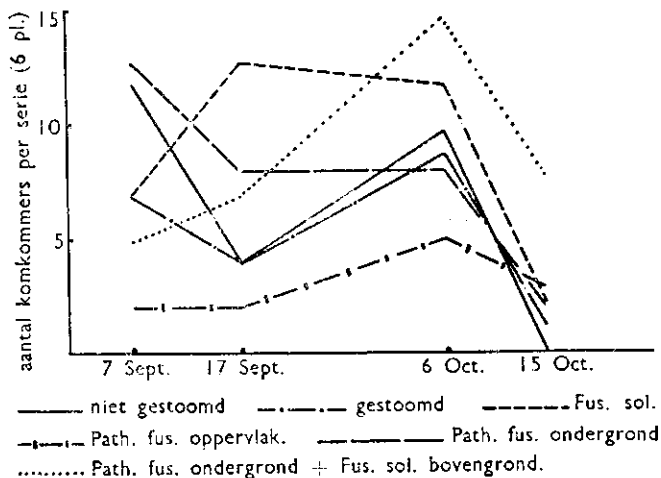
verloopt n.l. volgens een rechte lijn (monomoleculaire reactie), die van hogere organismen volgens een met de bolle zijde naar omhoog gebogen kromme (plurimoleculaire reactie).

e. Antagonisme tussehen *Fusarium*-stammen

Reeds in een vorige publicatie (VAN KOOT (11)) werden eenige bijzonderheden vermeld betreffende de antagonistische werking van *Fusarium solani* ten opzichte van de voor komkommer pathogene Fusaria. Deze werking komt vooral tot uiting op gestoomden grond, waar tengevolge van de groote hoeveelheden vrijgekomen ammoniakstikstof een hernieuwde *Fusarium*-infectie zich zeer snel uit kan breiden. Uit eerder genomen proeven (zoowel onder plat glas als in potten) was gebleken dat door de enting van den pas gestoomden grond met *Fusarium solani* een uitbreiding van pathogene Fusaria in dezen grond gedeeltelijk voorkomen kan worden. De potproef was aldus ingericht. Onder in de potten werd een laag grond gebracht die met pathogene Fusaria besmet was. De potten werden aangevuld met gestoomden grond die bij de eene serie geënt was met *Fusarium solani* en bij de andere niet. Bij eerstgenoemde serie stierven de planten veel later af terwijl de opbrengst aan komkommers aanmerkelijk hooger was.

In 1942 werd een meer uitgebreide potproef genomen met het doel den invloed van de enting van gestoomden grond nader te bestudeeren. De proef

bestond uit 6 series. Bij serie 1 werd de grond niet gestoomd. Bij serie 2 werd de grond gestoomd tot 80 à 90° C. (evenals bij alle volgende series). Bij serie 3 werd de gestoomde grond geënt met *Fusarium solani*. Bij serie 4 geschiedde dit eveneens, maar 2 weken later werd een mengsel van pathogene Fusaria in den bovengrond gebracht. In serie 5 werd de onderste 5 cm van den grond in de potten geënt met een mengsel van pathogene Fusaria, de bovengrond



Grafiek 9

werd niet geënt. In serie 6 werd tenslotte de ondergrond op dezelfde wijze geënt met pathogene Fusaria, maar bovendien de bovengrond met *Fusarium solani*. Elke serie bestond uit 8 potten. Het verloop van de afsterving ziet men in tabel 12, het verloop van de opbrengsten in grafiek 9. Hieruit blijkt dat de Fusarium-aantasting niet alleen heeft plaats gehad in de opzettelijk besmette series, maar in alle series met gestoomden grond belangrijke afmetingen heeft aangenomen. Dit wijst er op, hoe gemakkelijk de Fusarium zich verspreidt wanneer de omstandigheden voor de ontwikkeling van de ziekte gunstig zijn (zooals bijv. op gestoomden grond). De afsterving tengevolge van Fusarium-besmetting van den bovengrond is door de aanwezigheid van *Fusarium solani* weinig beïnvloed; de afsterving tengevolge van besmetting van den ondergrond is daarentegen wel in aanzienlijke mate door de enting met *Fusarium solani* tegengehouden. Hieruit werd den indruk verkregen dat de aanwezigheid van pathogene Fusaria in den bovengrond rondom de pooten der planten een veel funester invloed heeft dan een besmetting van den ondergrond. In het laatste geval moet de Fusarium eerst nog naar de poot toegroeien, hetzij door de wortels of door den grond. Dit laatste schijnt bij aanwezigheid van *Fusarium solani* minder vlug te gaan (evenals trouwens de verspreiding door de wortels). Dit laatste geval correspondeert ook het beste met de omstandigheden in de praktijk waar een hernieuwde besmetting van elders of veelal uit den ondergrond afkomstig is. Een zoo sterke besmetting van den bovengrond als in serie 4 te weeg gebracht werd wordt op gestoomden grond uit den aard der zaak niet aangetroffen. Opvallend is nog dat op den niet gestoomden grond, niettegenstaande de veel geringere Fusarium-aantasting, de komkommeropbrengst toch nog beneden het gemiddelde lag. De

hoogste opbrengsten werden verkregen in de series 3 (gestoomden grond geënt met *Fusarium solani*) en 6 (ondergrond besmet, bovengrond geënt met *Fusarium solani*).

Ook deze proef wees dus op een belangrijken gunstigen invloed van de enting met *Fusarium solani* op de komkommeropbrengst, ook al heeft deze enting niet kunnen voorkomen dat in serie 3 bij het beëindigen van de proef op 1 na alle planten afgestorven waren. In de practijk zullen echter zelden dergelijke groote hoeveelheden infectiemateriaal in de omgeving van de planten aanwezig zijn als het geval was bij deze potproeven waarvan de verschillende series bij elkaar in een proefkas stonden.

1. Verspreiding van de schimmel

Volgens een onderzoek van WILSON (3) dringt bij watermeloenen de *Fusarium*-schimmel de plant binnen door de worteltoppen en door scheuren, die ontstaan bij de vorming van nieuwe zijwortels. Onder gunstige omstandigheden verspreidt de schimmel zich volgens dezen onderzoeker snel door de houtvaten van het primaire xyleem. Daar de *Fusarium* zich in den grond ontwikkelt en de plant meestal vanuit den grond aantast, zal verspreiding van de schimmel in de eerste plaats kunnen geschieden met besmetten grond. Dit kan bijv. het geval zijn bij het uitpoten van plantmateriaal dat op zieken grond opgekweekt is. Ook met ander plantmateriaal dan van komkommers en meloenen kan de ziekte op deze wijze overgebracht worden (zie hoofdstuk IIIc 4: andere waardplanten). Onder de menschen van de practijk heerscht vooral in Engeland (6) soms de meening dat deze aantasting alleen plaats heeft na een voorafgaande beschadiging van de wortels door pissebedden, duizendpooten, ritnaalden (uit graszoden) of andere insecten. Bij andere *Fusarium*-ziekten bijv. bij asperge (WEISS (30)) en bij katoen (TAUBENHAUS en CHRISTENSON (26)) is dit inderdaad zoo. In het laatste geval kan de ziekte zelfs actief door de insecten overgebracht worden doordat de schimmelsporen aan hun lichaam blijven hechten. Bij de komkommer-*Fusaria* is iets dergelijks echter nimmer aangetoond. De verspreidingsmogelijkheden zijn zonder dat reeds groot genoeg.

Ook kan de schimmel in den stengel omhoog en daaruit naar buiten groeien. De stengel kan daarbij overdekt worden met een laag rose gekleurde sporen die zich door de lucht kunnen verspreiden en naburige planten aantasten. Ook kunnen deze sporen in gietwater, op het houtwerk van ramen of in den grond terecht komen en van daaruit later het komkommergewas aantasten. Al deze mogelijkheden, benevens de maatregelen welke hiertegen genomen kunnen worden, zullen in het volgende hoofdstuk nader besproken worden.

Tot slot dient nog opgemerkt te worden dat volgens een recent onderzoek van LEACH en CURRENCE (14) *Fusarium bulbigenum* var. *niveum* bij netmeloenen in staat is om in de zaadhuid binnen te dringen, echter niet in het embryo. Op die wijze zou dus ook overgang van de ziekte met het zaad niet uitgesloten zijn.

V. MAATREGELEN VAN HYGIËNE

Hieronder verstaat men alle maatregelen waardoor de besmetting van het gewas voorkomen kan worden. De genezing van een éénmaal aangetast gewas is n.l. uitgesloten daar de schimmel zich binnen in de plant bevindt

en daardoor niet direct bestreden kan worden. Ook de grondontsmetting kan beschouwd worden als een maatregel van hygiëne, maar in verband met de uitzonderlijke beteekenis van deze wijze van bestrijding wordt hieraan een afzonderlijk hoofdstuk gewijd. Een goed overzicht van de vereischte maatregelen vindt men in de publicatie van RIETBERG (23), waaraan het hierna volgende gedeeltelijk ontleend is.

a. Zaadontsmetting

Zooals hiervoor werd uiteengezet bestaat de mogelijkheid dat de *Fusarium* binnendringt in de zaadhuid, waardoor bij netmeloenen overgang van de ziekte met het zaad plaats kan hebben. Ook volgens MANNS, DAVIES, HEUBERGER en ADAMS (16) bestaan er sterke aanwijzingen dat *Fusarium bulbigenum* var. *niveum* overgaat met het zaad van watermeloenen. Ook onder de tuinders heerscht soms de meening dat bepaalde partijen zaad besmet zijn. Nu lijkt het bij een komkommer niet waarschijnlijk, dat geschikte vruchten voor zaadwinning gevormd worden aan een plant die zoo sterk aangetast is dat het *Fusarium*-mycelium gelegenheid zou hebben om de zaadhuid binnen te dringen. Daarnaast bestaat echter de mogelijkheid dat het zaad uitwendig besmet wordt door sporen die afkomstig zijn van zieke planten uit de omgeving. Bij een goede zaadwinning dient er dus zorg voor gedragen te worden dat zieke planten opgeruimd worden voordat de *Fusarium* gelegenheid krijgt zich uitwendig op den stengel te ontwikkelen.

Door RIETBERG (23) werden een groot aantal komkommerpitten van meerdere verdachte partijen onderzocht waarbij echter nimmer besmetting met *Fusarium* vastgesteld kon worden. Hoewel de kans op besmetting van het zaad in de practijk dus niet groot is, verdient het toch aanbeveling uitsluitend ontsmet zaad te gebruiken, ook in verband met de mogelijkheid van besmetting met andere schimmels zooals *Cladosporium cucumerinum*. De ontsmetting kan het beste droog geschieden, bijv. door het zaad gedurende 5 minuten te mengen met 0,25 % cerasan.

b. Opkweeken van jong plantmateriaal

Reeds eerder werd beschreven hoe gemakkelijk besmetting van den grond met *Fusarium* plaats kan hebben door het uitpoten van besmet plantmateriaal, hetzij dat de *Fusarium* zich bevindt in aan de wortels hechtende gronddeeltjes, hetzij dat de schimmel reeds de jonge wortels is binnengedrongen. Het is dus van het grootste belang de jonge komkommerplanten op te kweken in een volkomen gezonden grond, te meer waar de schade bij een besmetting in een dergelijk jeugdig stadium extra groot is. De tuinder is vaak te spoedig overtuigd van de zuiverheid van een door hem gebruikt grondmengsel. De minste risico loopt men dan ook door de jonge planten op te kweken in potten en de daarvoor gebruikte kweekgrond te voren te ontsmetten. Ook wanneer men dezen grond van elders betreft, en dus niet geheel zeker is van de voorgeschiedenis, doet men het verstandigst deze ontsmetting toe te passen. Zij kan geschieden door den grond te stoomen (verhitten tot $\pm 100^{\circ}$ C.) of door deze te doordrenken met een 3 % oplossing van formaline. Bij deze laatste methode die zeer geschikt is voor de ontsmetting van kweekgrond, komt het er vooral op aan dat de grond door en door bevochtigd wordt met de formaline. De grond dient minstens 1 maand voor het gebruik ontsmet te worden, opdat de formaline voldoende gelegenheid krijgt tijdig te ontwijken. Te lang van te

voren ontsmetten is echter ook minder wenschelijk in verband met de kans op een hernieuwde besmetting.

Bij het opkweken van de jonge planten op z.g. plantenrijen loopt men steeds eenige kans op aantasting van de jonge plant. Nooit mag men deze rijen aanleggen op een plek waar reeds eerder komkommerplanten afstierven. Het beste is hiervoor zoo mogelijk een stuk grond te gebruiken waar nog niet eerder komkommers of meloenen geteeld werden. Zeer voorzichtig moet men zijn met het betrekken van jong plantmateriaal van andere kwekers. Men dient zich van te voren te overtuigen van den besmettingstoestand bij den betreffenden plantentrekker. Het feit dat de jonge plant er uitwendig nog gezond uitziet, is geen voldoende waarborg voor de afwezigheid van *Fusarium*.

c. Ontsmetting van houtwerk en gereedschappen

De *Fusarium*sporen die zich buiten op de plant vormen, kunnen ook op het houtwerk van bakken en ramen terecht komen, evenals besmette gronddeeltjes. Aldus kan dit houtwerk een besmettingsbron vormen voor een nieuw gewas. Men mag deze ramen dan ook niet zonder meer overbrengen naar nieuw land daar men anders gevaar loopt dit onmiddellijk te besmetten. Men dient daarom het houtwerk eerst te ontsmetten, hetgeen het beste kan geschieden door onderdompeling in of afspruiting met 3 % formaline. Dit is in het bijzonder noodzakelijk wanneer men met hooge kosten zijn geheele grond ontsmet heeft. Zou men dan uit het niet ontsmette houtwerk een hernieuwde infectie krijgen, dan kan deze zich snel uitbreiden in verband met de groote hoeveelheden ammoniak die bij deze ontsmetting in den grond gevormd zijn. Ook gereedschappen, waarmee men in besmetten grond gewerkt heeft, kunnen het beste even in formaline ontsmet worden.

d. Opruiming van zieke plantenresten

Reeds meermalen werd opgemerkt hoe zich buiten op de stengels van afstervende komkommerplanten een rose schimmellaag met duizenden sporen kan vormen. Dergelijke planten dienen direct opgeruimd te worden, voordat zij in de gelegenheid zijn nabuurplanten te besmetten. Men mag de zieke plantenresten echter niet achteloos wegwerpen daar zij dan hun omgeving kunnen besmetten. Ook mag men deze niet verwerken in den composthoop en evenmin mogen ze in slooten of vaarten geworpen worden. Het besmette komkommerafval moet degelijk vernietigd worden. Het beste kan dit geschieden door het te verbranden in den ketel. Het diep onderbrengen in een kuil is minder gewenscht in verband met de mogelijkheid van een saprophytische levenswijze, terwijl de sporen wellicht meegevoerd zouden worden met het grondwater waardoor een verdere verspreiding plaats zou kunnen hebben.

e. Gebruik van dommest en staal

Ook dommest, afkomstig van rijen, waar de *Fusarium*ziekte voorkwam, kan gemakkelijk ernstig besmet zijn. Wanneer men dommest ter beschikking heeft waarvan de herkomst niet volkomen bekend is, dan doet men beter deze niet aan te wenden op land waar men wel eens komkommers of meloenen teelt.

Ook de staal kan soms besmet zijn. Zij bevat n.l. verschillende bestanddeelen waarop de *Fusaria* zich goed kunnen ontwikkelen, zoo bijv. graszoden. Deze mogen natuurlijk niet afkomstig zijn van weilanden waarop komkommerafval werd verwerkt. Bovendien kunnen ook de grassen door tal van *Fusaria*

aangetast worden. Verder bevat de staalgrond stroo, en ook dit zal wellicht besmet kunnen zijn. Het stroo is n.l. afkomstig van verschillende granen, en ook hierop kan men meermalen *Fusaria* aantreffen. Dit is misschien de oorzaak van de soms minder goede resultaten van het stoomen van den komkommerkasgrond. De staal durft men n.l. niet te stoomen in verband met het gevaar voor het vrijkomen van groote hoeveelheden ammoniakstikstof en voor structuurbederf. Op den Proeftuin werd in 1942 gebruikte staalgrond gestoomd en daarna gebruikt voor een tweede teelt. Hierbij was het gevaar voor het vrijkomen van te veel ammoniakstikstof natuurlijk geringer. Bij een gedeelte werd het structuurbederf tegengegaan door den staalgrond te mengen met een tweetal verschillende hoeveelheden stroo (resp. 15 en 30 kg op 1200 kg staalgrond). Er was echter niet veel achteruitgang merkbaar van de structuur. Wel was het opvallend dat op den niet (na het stoomen) met stroo vermengden staalgrond geen *Fusarium*ziekte voorkwam, terwijl op de vakken waar wel stroo gebruikt was in het totaal 9 planten aangetast werden. Men mag de mogelijkheid van besmet stroo dus niet uitsluiten.

f. Gietwater

Ook dit zal een bron van *Fusarium*-besmetting kunnen zijn, in het bijzonder wanneer er water gebruikt wordt uit slooten en vaarten, waarin nog vaak allerlei komkommerafval wordt geworpen. Dit kan zich met het stroomende water vaak een heel eind verplaatsen, waardoor infectie van voorheen gezonde terreinen plaats kan hebben.

VI. GRONDONTSMETTING

a. Stoomen van den grond

Dit is het oudste en meest toegepaste middel om de *Fusarium* in den grond te doden. Men kan deze ontsmetting in principe op elk tijdstip toepassen. Zoo bijv. direct na de opruiming van de voorafgaande teelt; men behoeft met het stoomen niet te wachten tot de wortels verteerd zijn, daar de warmte in tegenstelling tot verschillende chemicaliën hier toch wel in binnendringt. Ook kan men desgewenscht wachten tot kort voor het begin van de nieuwe cultuur, daar men bij deze wijze van ontsmetting geen voor den plantengroei schadelijke stoffen in den grond brengt die eerst moeten ontleden of vervluchtigen. Misschien zal men van deze omstandigheid gebruik kunnen maken bij het stoomen van platglas na het gereed maken der rijen. Doet men dit n.l. vóór het gereed maken der rijen dan zijn de ervaringen wel eens minder gunstig. Bij het klaar maken van de rijen heeft n.l. een dusdanige diepe grondbewerking plaats dat men rekening moet houden met *Fusarium*besmetting uit den ondergrond, in het bijzonder wanneer men de paden te diep uitschiet om hoge wallen te kunnen maken. Het stoomen van klaar gemaakte rijen is echter niet mogelijk met de in het Westland gebruikelijke stoomrekken met in den grond gegraven buizen. Het ligt daarom in de bedoeling om zoodra wij over het benodigde materiaal kunnen beschikken, een stoomapparaat te vervaardigen dat berust op een combinatie van de principes van de omgekeerde bakmethode en de pinmethode (rek met verticaal in den grond stekende pijpjes), en waarmee dan proeven genomen zullen worden met het stoomen van klaargemaakte rijen.

Een ander voordeel van het stoomen is dat hierdoor alle mogelijke parasieten, zoowel dierlijke als plantaardige, tegelijkertijd gedood worden. Bij de uitvoering van deze ontsmetting dient men echter op enkele punten te letten:

1. *De temperatuur waartoe de grond verhit moet worden.* Zooals reeds in een vorig hoofdstuk uiteengezet is, is een temperatuur van 70° C., vooral wanneer deze eenigen tijd gehandhaafd blijft zooals in den grond het geval is, ruimschoots voldoende om alle *Fusarium*kiemen te doodden. In het algemeen zal het echter wenschelijk zijn om den grond tot een hoogere temperatuur te verhitten bijv. tot gemiddeld 80 à 90° C.; plaatselijk stijgt de temperatuur dan wel tot 100° C. Men dient n.l. te bedenken, dat de verwarming van de grondlaag zeer ongelijkmatig kan zijn. Het kan geruimen tijd duren eer de warmte doorgedrongen is in het binnenste van harde kluiten bij een dichten niet goed losgemaakte grond. Ook dringt de warmte slechts langzaam naar beneden door.

In dien tijd heeft er echter warmteverlies plaats, en ter compensatie hiervan is het noodig dat aanvankelijk meer warmte aan den grond toegevoerd wordt dan bij een onmiddellijke gelijkmatige verdeling van de warmte vereischt zou zijn. Het is daarom voor een zoo voordeelig mogelijk stoomen noodzakelijk deze warmte-afgifte zoo veel mogelijk te beperken. Verschillende der navolgende punten zijn hiervoor van beteekenis.

2. *De diepte, tot waarop de grond gestoomd moet worden, en de diepte, waarop de buizen gelegd moeten worden.* Volgens Amerikaansche literatuur-opgaven (REINKING (20)) komen de meeste *Fusarium*sporen voor in de bovenste 3 cm van den grond, terwijl tot op een diepte van 20 cm nog vrij veel sporen aangetroffen worden. Dieper dan 50 cm kwamen meestal geen *Fusarium*sporen voor. Dit zal echter in sterke mate afhankelijk zijn van de dikte van de teeltlaag. In een harde voor wortels ondoordringbare grondlaag zullen ook geen *Fusarium*kiemen meer voorkomen, en evenmin op een diepte waar zich het geheele jaar door het grondwater bevindt. Men zal dus het beste doen den grond te stoomen tot op een diepte, waar niet meer regelmatig wortelgroei plaats heeft. Meestal zal dit een diepte van ± 50 cm zijn. De buizen moeten daartoe op een diepte van 30 tot 35 cm gelegd worden daar de stoom zich veel gemakkelijker naar omhoog dan naar omlaag verspreidt. In lichte zandgronden gaat dit laatste wat gemakkelijker, maar ook dan doet men verstandig de buizen niet te hoog te leggen in verband met het gevaar dat een belangrijk deel van den stoom aan de oppervlakte ontsnapt.

3. *De toestand van den grond.* De stoom verspreidt zich het snelst en gelijkmatigst in een losse grond van goede structuur. Het is daarom wenschelijk den grond voor het stoomen goed los te maken hetgeen bij het ingraven van de buizen tendeele reeds vanzelf geschiedt. Het is echter vooral bij zwaardere grondsoorten noodzakelijk ook den grond onder de buizen los te maken tot op de diepte waarop men den grond ontsmetten wil. Verder dient men er op te letten dat men den grond niet in te natten toestand stoomt. Dit kost n.l. extra kolen daar er veel warmte noodig is voor het op temperatuur brengen van het water in den grond in verband met de omstandigheid dat de soortelijke warmte van water ongeveer 3 maal zoo hoog is als de soortelijke warmte van grond. Bovendien is de verspreiding van de warmte in een vochtigen grond vaak minder gelijkmatig, vooral wanneer de grond niet overal even vochtig is. Tenslotte kan door het stoomen van een te natten grond de structuur bedorven worden met als resultaat een ongunstigen invloed op het bacterieleven en een minder goede ontwikkeling van het gewas (VAN KOOT (10)).

4. *Het tijdstip van stoomen in verband met den grondwaterstand.* Reeds werd vermeld dat in principe gestoomd kan worden op elk tijdstip waarop

de grond niet beteeld is. In de practijk is het echter vaak niet onverschillig in welken tijd van het jaar gestoomd wordt. In meerdere streken is n.l. in den winter de grondwaterstand aanmerkelijk hooger dan in den nazomer. Bij een te hoogen grondwaterstand is een goede verwarming van den grond niet mogelijk.

Er is in dergelijke gevallen meer dan eens waargenomen dat bijv. na drie kwartier stoomen de grond boven den grondwaterspiegel behoorlijk op temperatuur was gekomen, maar dat na het dubbele tijdsverloop de met water verzadigde ondergrond nog niet voldoende verwarmd was. Waarschijnlijk komt dit niet alleen door de hooge soortelijke warmte van het water, maar ook door een belangrijken warmteafvoer door geleiding en strooming in het grondwater; het is althans onbegonnen werk dit grondwater te willen stoomen. Wanneer men een dergelijken grond, die feitelijk ongeschikt is om gestoomd te worden toch wil stoomen, dan komt men er gemakkelijk toe de buizen te ondiep in te graven (bijv. op 15 à 20 cm diepte), waardoor een belangrijk stoomverlies aan de oppervlakte op kan treden. Een dergelijke wijze van stoomen kan nimmer een afdoend resultaat opleveren, daar de overwinteringsvormen van *Fusarium* en verschillende andere parasieten (o.a. het „knolaaltje” van de tomaat) van een tijdelijk verblijf onder den grondwaterspiegel weinig schade ondervinden. In enkele gevallen is dit nagegaan door monsters van den met water verzadigten ondergrond na het stoomen te onderzoeken op de aanwezigheid van het „knolaaltje”. Er werd daarbij een vrij sterke besmetting vastgesteld. De *Fusarium*, die zich zoo goed in voedingsoplossingen kan ontwikkelen, en die bovendien beter bestand is tegen hooge temperaturen dan het „knolaaltje”, zal onder deze omstandigheden dus zeker niet gedood worden. Op bedrijven waar men te kampen heeft met een hoogen grondwaterstand zal het dus aanbeveling verdienen direct na het beëindigen van de cultuur in den nazomer te stoomen; dit is op het oogenblik dat de waterstand het laagste is. Een andere mogelijkheid is natuurlijk het verbeteren van de afwatering.

5. *De tijdsduur van het stoomen.* Er moet natuurlijk zoo lang gestoomd worden totdat overal in den grond de gewenschte temperatuur bereikt is. Om dit te controleeren is het noodig dat men geregeld met behulp van een grondthermometer enkele temperatuurmetingen verricht. De tijd die noodig is om den grond voldoende op temperatuur te brengen, hangt af van de capaciteit van den ketel en van de oppervlakte grond welke gelijktijdig gestoomd wordt, dus van de oppervlakte van het rek, en eventueel van het aantal rekken, dat tegelijk onder stoom staat. Men kiese nu deze oppervlakte in verband met de capaciteit van den ketel zoodanig dat het niet veel langer dan 1 uur duurt om den grond op temperatuur te brengen. Wanneer hiervoor belangrijk meer tijd vereischt is, dan wordt het warmteverlies (aan den omgevenden grond en aan de lucht) te groot. Ook wordt de warmteverdeeling dan vaak ongelijkmatig, doordat de grond bij het voorste deel van het rek een veel hoogere temperatuur verkrijgt dan verder achterwaarts. Dit bleek zeer duidelijk bij een op den Proeftuin genomen proef met een laagdruk-stoomapparaat waarvan de capaciteit zeer gering was. Er stond ons alleen een rek met een zeer groot oppervlak beschikbaar ($14 \text{ m}^2 = 2 \times 6$ ramen). Tot overmaat van ramp was de grondtemperatuur zeer laag (omstreeks het vriespunt). Na meer dan 3 uur stoomtoevoer was daardoor de temperatuur nog niet overal voldoende hoog opgelopen. Aan het begin van het rek was zij steeds

het best. Typisch is dat dit verloop van de temperatuur weerspiegeld werd in de opbrengst aan meloenen op de gestoomde rij (tabel 13). Op de voorste ramen van elk vak werden $\pm 50\%$ meer meloenen geoogst dan gemiddeld op deze vakken, zoowel wat betreft het aantal als het gewicht. De ontsmetting tegen *Fusarium* is op deze wijze natuurlijk onvoldoende.

6. *De afdekking van den grond tijdens en na het stoomen.* Wanneer de grond tijdens het stoomen niet afgedekt is, kan soms een belangrijk deel van den stoom in de lucht ontsnappen. Meestal wordt de grond dan ook afgedekt met zeilen, terwijl planken nog beter voldoen. Men dient in elk geval een materiaal te gebruiken dat de warmte goed isoleert. Bij enkele tuinders zijn proeven genomen met afdekking van den grond met stroo, tijdens en tot 24 uur na het stoomen. Het beste resultaat werd verkregen wanneer het stroo tijdens het stoomen niet rechtstreeks op den grond lag maar op een zeil. Anders werd het stroo te nat en verminderde het isoleerend vermogen. Door het gebruik van drie en een half pak stroo per are ($= 7rr^2$), werd bereikt dat na 24 uur de grond tot op 50 cm diepte gemiddeld $\pm 20^\circ C$. hooger in temperatuur was gebleven (tabel 14). Aan de toepassing van deze stroo-afdekking zijn in de praktijk nogal wat moeilijkheden verbonden, terwijl men bij ontsmetting tegen *Fusarium* er niet geheel zeker van kan zijn dat door het gebruik van stroo géén hernieuwde besmetting op kan treden. Wellicht zou in bepaalde gevallen in plaats van stroo turfmolm gebruikt kunnen worden, welke men later ter verbetering van de structuur door den grond kan mengen. Ook zou men eventueel matten van geperst stroo kunnen gebruiken, welke veel gemakkelijker verplaatsbaar zijn.

In elk geval is het noodzakelijk voor een goede afdekking van den grond te zorgen, niet alleen tijdens het stoomen, maar ook gedurende eenigen tijd daarna. Hoe lang na het stoomen dit nodig is, is moeilijk nauwkeurig aan te geven. In een der vorige hoofdstukken werd het verband tusschen de afstervings temperatuur van de *Fusarium* en den tijdsduur van verhitting aangegeven. Daaruit blijkt dat een langduriger verhitting dan 3 uur voor het dooden van de *Fusarium* weinig zin heeft. Uit tal van temperatuurmetingen bij het stoomen in de praktijk is echter wel gebleken, dat een behoorlijk gelijkmatige temperatuurverdeling in den grond meestal pas ± 6 uur na het stoomen bereikt wordt. Na 6 uur kan de afdekking dan ook zonder bezwaar verwijderd worden, en wanneer er voldoende gelet wordt op hetgeen hierboven over den meest gewenschten toestand van den grond tijdens het stoomen gezegd werd, dan zal deze verwijdering waarschijnlijk wel zonder veel bezwaren reeds ± 4 uur na de afsluiting van den stoomtoevoer kunnen geschieden.

7. *De verzorging van het buizenstelsel.* In de buisleidingen kan een aanzienlijk warmteverlies optreden, in het bijzonder wanneer op grooten afstand van den ketel gestoomd wordt. De tuinder heeft in het algemeen de neiging dit warmteverlies te onderschatten. Dit komt doordat de stoom nog steeds op een temperatuur van $100^\circ C$. bij den grond aankomt. Een deel van den stoom is dan echter in de buisleiding gecondenseerd tot water, en hoewel dit water eveneens een temperatuur van $100^\circ C$. bezit, kan men gerust aannemen dat bij deze condensatie $5/6$ deel van het verwarmend vermogen verloren is gegaan. Er zal dan natuurlijk veel meer stoom gevormd moeten worden om den grond voldoende te verwarmen, en dit kan weer tot gevolg hebben dat de grond plaatselijk te nat wordt, hetgeen tot structuurbederf leidt (op de plekken, waar de grond gaat „koken”). Dit warmteverlies

kan grootendeels voorkomen worden door de buisleidingen goed te isoleeren, bijv. door omwikkeling met een dikke laag papier.

Verder zal men geregeld dienen te controleeren of de gaatjes van de in den grond gegraven buizen niet verstopt raken met gronddeeltjes. Dit kan n.l. tot gevolg hebben dat bepaalde gedeelten van den grond niet voldoende stoom ontvangen, waardoor besmettingshaarden kunnen blijven bestaan. Tenslotte mogen natuurlijk geen lekkages voorkomen in de leidingen of bij de nippels.

8. *De behandeling van den grond na het stoomen.* In het algemeen heeft men de gewoonte den grond na het stoomen nat te maken. Het doel daarvan moet zijn den grond in zijn natuurlijke vochtigheidstoestand te brengen. Uitspoeling van den grond is niet gewenscht in verband met een verlies aan voedingsstoffen en een nadeeligen invloed op het bacterieleven (VAN KOOT (10)).

Bij het stoomen van den grond komen groote hoeveelheden stikstof in den vorm van ammoniak vrij waarmede men rekening moet houden bij de stikstofbemesting. De hoeveelheid ammoniak, die gevormd wordt, is sterk afhankelijk van het humusgehalte van den grond. Hoe meer humus de grond bevat, hoe meer stikstof er vrij komt (VAN KOOT (10)). In staalgrond bleek de hoeveelheid in water oplosbare N tengevolge van het stoomen wel verviervoudigd te kunnen worden. Ook in kweekgrond kan een aanzienlijke hoeveelheid ammoniak gevormd worden. Zooals reeds eerder uiteengezet is, wordt de gevoeligheid van de komkommerplant voor *Fusarium*-aantasting en voor andere ziekten door deze overdreven ammoniakvoeding bevorderd. Het stoomen van staalgrond kan dan ook niet zonder meer aangeraden worden, ook al zal in bepaalde gevallen het gebruik van niet ontsmetten staalgrond de oorzaak van hernieuwde *Fusarium*-infecties zijn. Jonge planten zijn bijzonder gevoelig voor veel ammoniak, om welke reden de kweekgrond beter met formaline ontsmet kan worden, of wel men moet den kweekgrond opzettelijk armer aan voedingsstoffen kiezen. Daar de ammoniak een zeer geschikt voedsel voor de *Fusarium* vormt, kan deze zich op gestoomden grond snel opnieuw ontwikkelen. Wil men de kosten van de ontsmetting niet voor niets uitgeven, dan zal het daarom zaak zijn terdege te letten op de nakoming van de in het vorige hoofdstuk beschreven maatregelen van hygiëne. Er zijn meerdere gevallen van ernstige *Fusarium*-aantasting op gestoomden grond waargenomen, die het gevolg waren van de omstandigheid dat men verzuimd had het houtwerk van de bakken af te spuiten met formaline, of dat men zijn plantmateriaal niet zelf in ontsmetten grond opgekweekt had.

b. Ontsmetting met chloorpicrine

In verband met de moeilijkheden die er verbonden zijn aan het stoomen van platglasrijen, is reeds langen tijd gezocht naar een geschikt chemisch grondontsmettingsmiddel tegen *Fusarium*. Tot dit doel is een laboratorium-methode uitgewerkt waarbij onder uitschakeling van de mogelijke invloeden van toxinen of herinfectie, nauwkeurig de letale werking van verschillende middelen op *Fusarium* getoetst kon worden (VAN KOOT (11)). Van de talrijke onderzochte stoffen bleek chloorpicrine de meest geschikte. Dit is tot nu toe het eenige chemische middel dat wellicht in aanmerking zal kunnen komen voor grondontsmetting tegen *Fusarium* op groote schaal. Reeds eerder waren op den Proeftuin met succes proeven genomen met dit middel voor grondontsmetting tegen het „knolaaltje” in de tomaat. Ook uit

opgaven in de literatuur blijkt dat we chloorpicrine toegepast in een hoeveelheid van $\pm 3,5$ liter per are ($= 0,5$ l per rr^2), evenals het stoomen van den grond mogen beschouwen als een universeel ontsmettingsmiddel dat even goed werkzaam is tegen plantaardige als dierlijke parasieten. EZERSKAYA (5) en GODFREY (8) vermelden gunstige resultaten, die met dit middel behaald werden tegen Fusarium en andere schimmels zooals Botrytis, Rhizoctonia („rotpoot” tomaat), Sclerotinia en Verticillium („slaapziekte”).

Een ander voordeel van dit middel zou volgens Amerikaansche onderzoekingen (GODFREY (8)) zijn, dat het tot kort voor het uitplanten van het gewas toegepast kan worden in verband met de snelle vervluchtiging. Reeds 2 dagen na de ontsmetting zou geen verbranding van het gewas meer optreden. Men zou dit middel in dat geval ook kunnen toepassen na het klaar maken van de rijen, en het ligt in onze bedoeling dergelijke proeven uit te voeren zoodra wij weer de beschikking over chloorpicrine hebben. Tot zolang kunnen wij een dergelijke wijze van toepassen echter niet aanraden in verband met de vrij ernstige beschadiging die soms waargenomen werd aan gewassen die dicht bij ontsmette perceelen stonden.

Door middel van laboratoriumproeven (VAN KOOT (11)) werd ook vastgesteld, dat men het meeste succes heeft met de chloorpicrine-ontsmetting wanneer de grond in een betrekkelijk drogen toestand verkeert. Er is dan aanmerkelijk minder chloorpicrine noodig voor het doodden van de Fusarium (tabel 15). Dit moet toegeschreven worden aan de betere verspreiding van het chloorpicrinegas in een drogen grond. Dit gas lost n.l. niet op in water, zoodat het zich door de luchtruimten in den grond moet verspreiden. Voor de ontsmetting met chloorpicrine zal dan ook evenzeer als voor het stoomen gelden, dat men op gronden met een te hoogen grondwaterstand het best de ontsmetting kan toepassen op een oogenblik dat deze zoo laag mogelijk is. Een ontsmetting in den winter is dus niet aan te bevelen, vooral niet voor buitengrond die dan meestal ook aan de oppervlakte te vochtig is.

Evenals door het stoomen, worden door de ontsmetting met chloorpicrine voedingsstoffen vrij gemaakt in den grond, hetgeen leidt tot een stimulatie van het bacterieleven en den plantengroei, zij het in wat mindere mate dan na het stoomen. De stikstof komt weer vrij in den vorm van ammoniak, zoodat de plant hierdoor gevoeliger wordt voor ziekten en beschadigingen en de Fusarium zich na hernieuwde besmetting weer snel kan ontwikkelen.

Een bezwaar tegen de toepassing van chloorpicrine is het gevaar dat dit gas oplevert voor de menschen die er mee moeten werken. Het is een oorlogsgas, en zonder gasmasker op kan er niet mee gewerkt worden. Wanneer dit middel ingang zou vinden in de practijk, dan zou het wenschelijk zijn de uitvoering niet door den tuinder te laten geschieden, maar door instellingen of firma's die zich hierop gespecialiseerd hebben zooals ook bij de ontsmetting met zwavelkoolstof het geval is.

Een ander bezwaar is dat het middel opgelost moet worden in de 20-voudige hoeveelheid benzine. Dit is noodig ter verkrijging van een gelijkmatige verspreiding van de chloorpicrine door den grond. Drie en een halve liter vloeistof is n.l. een veel te kleine hoeveelheid om goed over een oppervlakte van één are verspreid te kunnen worden. Voor het verkrijgen van een eenigszins gelijkmatige verdeling is zeker ongeveer 70 liter vloeistof per are noodig. Het zal dus noodzakelijk zijn dat hiervoor accijnsvrije benzine beschikbaar gesteld wordt. Of wel men zou moeten overgaan tot een andere wijze van toepassing. Er bestaan in dit opzicht 2 mogelijkheden:

1. De chloorpicrine wordt als zoodanig vermengd door een bepaalde hoeveelheid grond en deze wordt daarna uitgestrooid over den te ontsmetten grond en hier door heen gewerkt. Deze werkwijze is toegepast bij een potproef tegen het „knolaaltje”. Hierbij werd het mengen met grond vergeleken met het oplossen in een 20-voudige en in een 60-voudige hoeveelheid benzine, alles op basis van 3 liter chloorpicrine per are. Bij het gebruik van een 20-voudige hoeveelheid benzine bleken aan de meeste tomaatplanten nog enkele knolletjes gevormd te worden, hoewel vergeleken met de contrôle-planten meer dan 95 % der aaltjes gedood was. Bij het mengen met grond werden echter evenals bij het gebruik van een 60-voudige hoeveelheid benzine werkelijk alle aaltjes gedood. Dit wijst op een betere verspreiding door den grond. Het is echter zeer de vraag of bij de ontsmetting van platglas-rijen een even goede verspreiding tot op voldoende diepte in den grond verkregen zou worden. Dergelijke proeven moeten nog genomen worden; hierbij moet echter ook rekening gehouden worden met de bezwaren tegen het uitvoeren van een groundbewerking door menschen die een gasmasker moeten dragen.

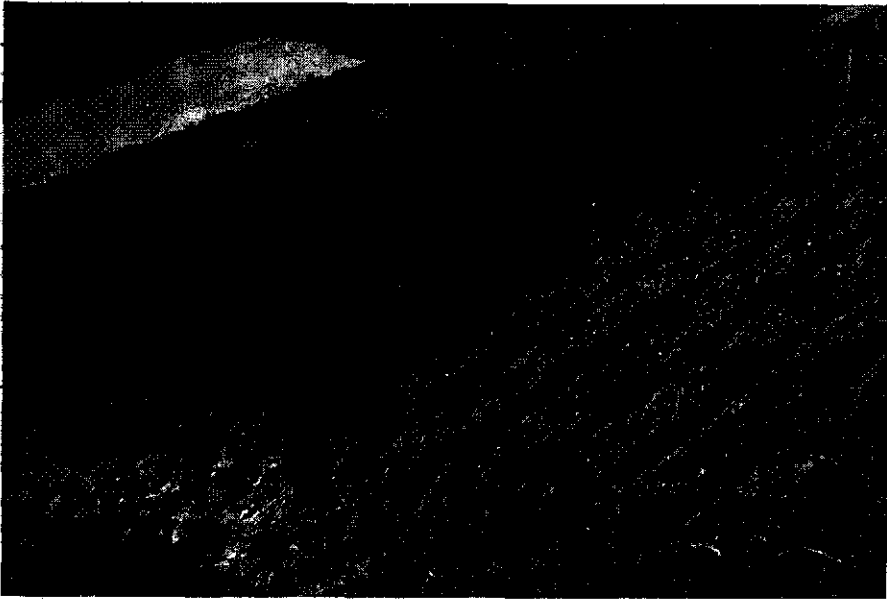
2. Men kan chloorpicrine ook laten adsorbeeren aan een of ander adsorbens en dan uitstrooien over den grond, hetzij al of niet te voren verdund met wat grond. De toepassing zou dan wellicht iets minder hinderlijk kunnen zijn voor de menschen die er mee werken moeten. Het meest geschikte adsorbens bleek norit te zijn, in het bijzonder wanneer men dit toevoegde aan een chloorpicrine-emulsie in 50 % alcohol. Het alcoholhoudende filtraat kan meerdere malen gebruikt worden.

In 1942 werd chloorpicrine voor het eerst gebruikt voor de ontsmetting van platglas-rijen (afgezien van een reeds vroeger door RIETBERG (23) genomen proef, welke een twijfelachtig resultaat opleverde). De chloorpicrine werd over den grond gespreid (3 en 4 liter per are) en ingeharkt met een cultivator. Dit is waarschijnlijk niet de juiste methode. Reeds direct ontsnapte een belangrijk deel van de chloorpicrine uit den grond en veroorzaakte beschadiging aan een naburig gewas. Waarschijnlijk heeft de chloorpicrine aldus geen gelegenheid gekregen voldoende diep in den grond door te dringen en is bij het klaar maken der rijen weer besmette grond boven gebracht. Aanvankelijk stierven er op de contrôlevakken wel is waar meer planten af dan op de met chloorpicrine ontsmette perceelen (afb. 7), maar tenslotte was het percentage door *Fusarium* afgestorven planten in beide gevallen even hoog (tabel 16), terwijl deze ontsmetting op de opbrengst evenmin een gunstig effect gehad heeft (tabel 17).

In 1943 werden deze proeven voortgezet waarbij getracht werd de techniek van de ontsmetting te verbeteren. Daartoe werd chloorpicrine door middel van een zwavelkoolstofapparaat in den grond gebracht. De diepte tot welke de tanden van dit apparaat in den grond doordrongen viel echter tegen (hoogstens 5 à 10 cm). In de tweede plaats werd op verschillende manieren getracht de verdamping aan de oppervlakte te belemmeren en daardoor een betere verspreiding in de diepte te verkrijgen. Dit geschiedde door afdekking van den grond direct na de ontsmetting met een laag koemest, met eenzijdig gelijmd papier (aangeraden door GODFREY (8)) en door het nat maken van den grond aan de oppervlakte (chloorpicrine lost immers niet op in water, afb. (8)). Ook werd nog een deel der perceelen geënt met *Fusarium solani* (niet pathogeen op komkommer). Er werd ontsmet met resp. \pm 2—3 en 4 liter



afb. 7



afb. 8

chloorpicrine per are. Er was te weinig benzine beschikbaar zoodat de grootste hoeveelheid chloorpicrine slechts in de 10-voudige hoeveelheid benzine opgelost werd in plaats van in de voorgeschreven 20-voudige hoeveelheid. Hierdoor kunnen de resultaten van de grootere hoeveelheden chloorpicrine te ongunstig uitvallen zijn. De weersomstandigheden waren gunstig voor de ontsmetting; het was n.l. droog weer. De afdekking met water heeft daardoor echter niet lang stand gehouden. Het papier werd na 1 week verwijderd, de koemestlaag pas bij het klaar maken der rijen verbroken. Er was op die tijdstippen nog een duidelijke chloorpicrinelucht op de betrokken perceelen merkbaar. Merkwaardig was, dat de pas uitgepote jonge planten op de koemest-perceelen in aanzienlijke mate afstierven, en in het geheel niet op de contrôle-perceelen. Dit hangt waarschijnlijk samen met een verhoogde gevoeligheid van de planten (voor ongunstige weersomstandigheden, *Pythium* enz.) door de groote hoeveelheid ammoniakstikstof in den grond. Eenzelfde afsterving werd opgemerkt op een rij waar het voorgaande jaar eveneens komkommers gestaan hadden en die waarschijnlijk zwaarder bemest was (tabel 18). In overeenstemming hiermee was de snellere ontwikkeling van de planten op deze perceelen. De latere afsterving door *Fusarium* was moeilijk te controleeren, daar het gewas door tal van ziekten en plagen in hevige mate te lijden had waardoor de oorzaak van de afsterving vaak niet met zekerheid vast te stellen was. Naarmate een grootere hoeveelheid chloorpicrine gebruikt werd, was de afsterving echter geringer. Deze verschillen waren wel van zoodanige beteekenis (tabel 19), dat aangenomen mag worden dat de afsterving teneinde het gevolg geweest moet zijn van aantasting door *Fusarium* of andere in den grond overblijvende parasieten. Ook de afdekking met papier en de enting met *Fusarium solani* hadden nog weer een duidelijke daling van het aantal afgestorven planten tengevolge, vergeleken bij de onbedekte perceelen (tabel 19). De afdekking met koemest heeft niet tot een dergelijke daling geleid, waarschijnlijk door het in den grond brengen van te veel ammoniak. Op de opbrengst heeft de ontsmetting echter slechts betrekkelijk geringen invloed uitgeoefend. Slechts bij de grootste hoeveelheid chloorpicrine was deze 10 % hooger, een onbetrouwbaar verschil. De afdekking met papier heeft echter een beter resultaat gehad (gemiddeld 20 % meer komkommers) en in het bijzonder de combinatie 4 l chloorpicrine met papierafdekking, welke 35 % meer komkommers leverde (tabel 20).

Deze uitkomsten wijzen er wel op dat chloorpicrine een goed ontsmettingsmiddel kan zijn, mits het op de juiste wijze in den grond gebracht en daar eenigen tijd in gehouden wordt. De ideale wijze van toepassing is echter nog niet gevonden, al bereikt men eenige verbetering door de afdekking van den grond met papier. Het beste zou zijn wanneer de chloorpicrine rechtstreeks op een grootere diepte in den grond gebracht zou kunnen worden.

c. Andere chemische ontsmettingsmiddelen

In de literatuur over *Fusarium* vindt men nog vele andere bestrijdingsmiddelen aangeraden zooals formaline, diverse kwik- en koperhoudende middelen, azijnzuur, brassicol, chinosol e.a. Al deze middelen en nog vele andere werden volgens de laboratoriummethode getest (VAN KOOT (11), tabel 21). Uit dit onderzoek bleek dat hiervan slechts formaline in aanmerking kan komen voor grondontsmetting tegen *Fusarium*. De andere onderzochte middelen doodden de *Fusarium* pas in een zoodanige concentratie dat de ontsmetting veel te kostbaar zou worden (bijv. diverse kwikpreparaten), of wel ze zijn geheel onwerkzaam.

Ook tuinders meenen soms met bepaalde middelen gunstige resultaten te hebben verkregen. Zoo bijv. met sommige kwikhoudende middelen, hetgeen inderdaad mogelijk is bij gebruik van groote hoeveelheden, en misschien ook wel bij het gebruik van kleinere hoeveelheden wanneer deze bij de pooten der planten gegoten worden, waardoor de grond plaatselijk kan worden ontsmet. Sommigen meenen ook met carbolineum, in een hoeveelheid van slechts 14 liter per are een gunstig resultaat gehad te hebben. Deze hoeveelheid carbolineum is wel in staat den plantengroei eenigszins te stimuleeren maar de Fusarium kan er absoluut niet door gedood worden. Ook is het uitgesloten dat door de behandeling van den grond met Culturapoeder de Fusarium gedood wordt (tabel 21).

Wij behoeven dus alleen de ontsmetting met formaline nog wat nader te bekijken. Ook dit middel waarvan minstens 70 liter per are gebruikt moet worden, maakt in den grond stikstof vrij in den vorm van ammoniak waardoor groeistimulatie op kan treden, maar tevens verhoogde vatbaarheid van het gewas. Evenals bij ontsmetting met chloorpicrine is dit effect niet zoo sterk als na het stoomen van den grond. De ontsmetting met formaline heeft in tegenstelling tot wat wij bij de vorige middelen zagen het beste resultaat wanneer de grond in een zoo vochtig mogelijken toestand verkeert (VAN KOOT (11), tabel 15). Dit is te verklaren uit de omstandigheid dat formaline gemakkelijk oplost in water en zich daarin dus snel gelijkmatig verspreidt. Formaline heeft echter het nadeel dat het een schadelijke werking op de planten uitoefent en minder snel vervluchtigt dan chloorpicrine. Men is dan ook gedwongen de formaline-ontsmetting voor het klaar maken van de rijen uit te voeren, wat het gevaar met zich meebrengt van besmetting uit den ondergrond bij het aanleggen van de rijen. De formaline-ontsmetting moet dus minstens enkele weken voor het planten plaats hebben. Gewoonlijk spuit men na de ontsmetting den grond flink nat waardoor de formaline zich beter in de diepte verspreidt. Voor de ontsmetting van kweekgrond is formaline een geschikt middel daar het in dit geval niet bezwaarlijk is den grond geruimen tijd tevoren te ontsmetten. Men ontsmette den kweekgrond echter niet langer tevoren dan noodig is, daar hierdoor de kans op hernieuwde besmetting met één of andere parasiet vergroot wordt.

Uit laboratoriumonderzoek (VAN KOOT (11), tabel 15) is gebleken dat ook de temperatuur eenigen invloed heeft op de werking van de formaline. Hoe hooger de temperatuur is, hoe beter de werking. Daarbij werd alleen gelet op temperaturen die onder normale omstandigheden in den grond voor kunnen komen. Volgens BEACHLY (1) kan de werking van de formaldehyd-dampen nog aanmerkelijk opgevoerd worden door verdere verhooging van temperatuur. Daartoe paste hij een gecombineerde behandeling van grondstoomen en formaline-ontsmetting toe, en verkreeg daarmee aanmerkelijk betere resultaten t.o.v. de Fusarium dan bij enkel stoomen of ontsmetting met formaline. Men zou kunnen volstaan met veel korter te stoomen, terwijl slechts ± 10 liter formaline per are gebruikt zou behoeven te worden. Daardoor wordt ook het gevaar op verbranding van het gewas geringer zoodat reeds 1 dag na de ontsmetting geplant zou kunnen worden. Er zijn door ons hiermee nog geen proeven genomen, maar het zou wellicht de moeite waard zijn een apparaat te construeeren zooals voor deze wijze van ontsmetting noodig is.

Een andere nieuwe wijze van toepassing van formaline-ontsmetting is het gebruik van formaldehyd geadsorbeerd aan één of andere draagstof, dus het gebruik in poedervorm (MULDER (18)). Hiermee zijn even goede

resultaten bereikt tegenover verschillende schimmels als met een formaline-oplossing terwijl de beschadigende werking op de planten geringer zou zijn. Ook is een poedervormig ontsmettingsmiddel vaak gemakkelijker toe te passen. Er bestaan dus nog verschillende mogelijkheden om het effect van de formaline-behandeling te verbeteren, terwijl het niet uitgesloten lijkt dat een dergelijke behandeling ook na het klaar maken van de rijen nog zou kunnen plaats hebben.

Op den Proeftuin zijn tot nu toe alleen proeven genomen met ontsmetting van platglas-rijen met formaline in waterige oplossing (in 1942), waarbij resp. 84 en 140 liter formaline per are gebruikt werden. De formaline werd vóór het klaar maken der rijen over den grond gespreid, waarna deze met een cultivator bewerkt werd. Na 2 à 3 uur werd de grond overvloedig met water nat gespoten. Het resultaat was weinig bevredigend. De aantasting door *Fusarium* was wel iets geringer, maar bedroeg tenslotte toch nog $\pm 2/3$ van de aantasting op de contrôle-vakken (tabel 16), terwijl de opbrengst slechts $\pm 10\%$ hooger was (tabel 17). Deze verschillen waren niet zeer betrouwbaar, zoodat geconcludeerd mag worden dat deze methode van formaline-ontsmetting van den grond geen aanbeveling verdient.

d. Locale ontsmetting

Hieronder wordt verstaan een ontsmetting van den grond enkel in de directe omgeving van de pooten der komkommerplanten. Verschillende proeven hebben ons n.l. aanwijzingen gegeven, dat de pooten het meest gevoelige deel van de komkommerplant zijn. Zoo bijv. de reeds eerder behandelde proeven, waarbij enting van den bovengrond met *Fusarium solani* een besmetting vanuit den ondergrond tegenwerkte. Ook werd eens bij ingegraven potten met komkommerplanten een gedeelte in den pot met *Fusarium* geïnfecteerd en het andere deel rondom den pot. In het laatste geval traden de eerste *Fusarium*-symptomen enkele weken later op, en moesten waarschijnlijk toegeschreven worden aan een bovengrondse verspreiding van de *Fusarium* door onvoorzichtig gieten. Er bestonden dus voldoende motieven om eens na te gaan wat het resultaat zou zijn van een plaatselijke ontsmetting, waarbij dus alleen de grond in de directe omgeving van de pooten der planten met het ontsmettingsmiddel in aanraking wordt gebracht. Aan een dergelijke werkwijze kunnen 2 belangrijke voordeelen verbonden zijn:

1. Er is veel minder ontsmettingsmiddel nodig, waardoor de ontsmetting minder zal behoeven te kosten, en waardoor ook duurdere middelen (o.a. kwikpreparaten) geprobeerd kunnen worden.

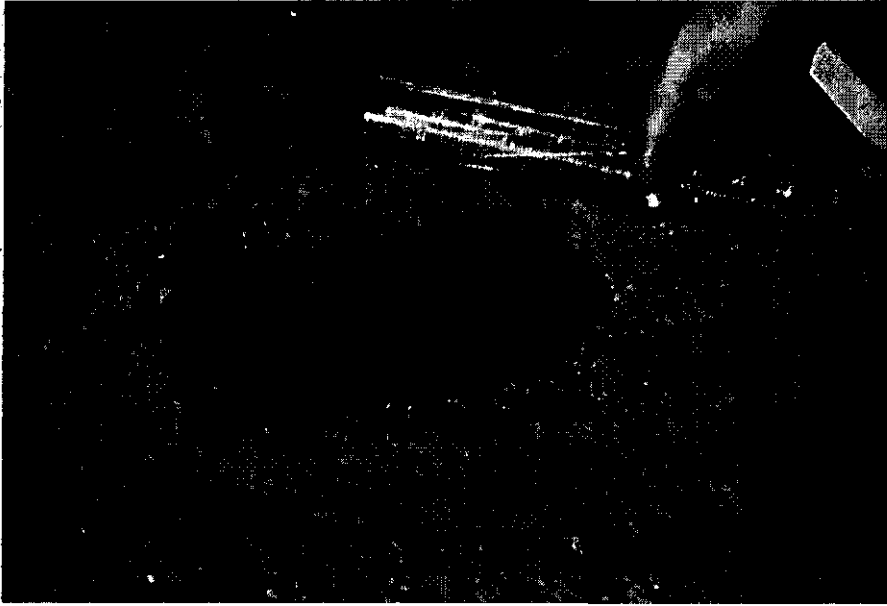
2. Door de geringere hoeveelheden ontsmettingsmiddel is de kans op verbranding van de planten zooveel geringer dat welhaast elk middel na het klaar maken der rijen toegepast zal kunnen worden. Sommige middelen, in het bijzonder enkele kwikpreparaten, zouden zelfs toegepast kunnen worden terwijl het gewas reeds te velde staat.

Op den Proeftuin zijn daarom gedurende enkele jaren proeven met deze wijze van ontsmetting genomen. De resultaten, verkregen met enkele van de belangrijkste middelen, zullen hier achtereenvolgens besproken worden.

1. Chloorpicrine

In 1942 werd een proef genomen met locale ontsmetting van platglas-rijen met chloorpicrine. Onmiddellijk na het klaar maken van de rijen werd

een aantal perceelen ontsmet met 0,01 of 0,015 liter chloorpicrine per raam (dit is resp. 0,84 en 1,26 liter per are). De chloorpicrine was opgelost in 20-voudige hoeveelheid benzine en werd uitgegoten op in het bed aangebrachte uithollingen van 30×30 cm (afb. 9), in het midden waarvan 2 weken later de planten gepoot werden. Deze proef werd genomen in combinatie met andere reeds eerder behandelde ontsmettingsproeven. Er trad wel is waar een lichte



afb. 9

verbranding bij sommige planten op, maar het was niet mogelijk de oorzaak met zekerheid vast te stellen daar deze verbranding in hoofdzaak slechts aan de Noordzijde van de rijen voorkwam en niet speciaal bij een bepaalde ontsmettingswijze. Ook heeft deze verbranding geen schadelijke gevolgen gehad.

De *Fusarium*-aantasting is aanmerkelijk geringer geweest dan op de controle-vakken of bij eenige andere ontsmettingswijze (tabel 16). Aanvankelijk kwamen in het geheel geen door *Fusarium* aangetaste planten voor. Tenslotte bedroeg het aantal afgestorven planten nog $\pm 40\%$ van de afsterving op de controle-vakken. Klaarblijkelijk is de ontsmetting met chloorpicrine van den grond in de omgeving van de pooten op afdoende wijze uit te voeren, maar heeft er op den duur hernieuwde infectie vanuit de omgeving of uit den ondergrond plaats. Bij het gebruik van 0,01 liter chloorpicrine per plant was het resultaat nog iets beter dan bij het gebruik van 0,015 liter zoodat de kleinste hoeveelheid in principe de voorkeur verdient. Het effect op de opbrengst aan komkommers is echter niet groot geweest (tabel 17). De oogstvermeerdering van ruim 10% is niet zeer betrouwbaar.

2. Formaline

Op dezelfde wijze als met chloorpicrine zijn in 1941 reeds proeven genomen met locale ontsmetting met formaline onmiddellijk na het onderbrengen van

hooger dan van de contrôlevakken (tabel 23). De kwikmiddelen (uitgezonderd sublimaat) hebben dus het voordeel dat ze nog toegepast kunnen worden terwijl de planten reeds uitgepoot zijn, zonder dat men bevreesd behoeft te zijn voor beschadiging. Men dient dan echter niet meer dan 1 liter 1/4 % per plant te geven, en aan jonge planten bij voorkeur niet direct na het uitpotten. Germisan is het meest werkzame preparaat. In combinatie met een voorafgaande locale ontsmetting met formaline of chloorpicrine (in 1942) werden de beste resultaten verkregen.

e. Insmeren van de pooten met kopermiddelen

Hoewel uit laboratoriumproeven (VAN KOOT (11)) gebleken is dat deze middelen niet in staat zijn de *Fusarium* in den grond te doden, schijnt het insmeren van de pooten niet geheel zonder resultaat te blijven, zoodat het op den Proeftuin de gewoonte is de pooten van de kaskomkommers regelmatig met een papje van 10 % normaal pappoeder in te smeren. Wellicht wordt het binnendringen van de *Fusarium* hierdoor eenigszins geremd, evenals de sporenvorming uitwendig op de pooten van aangetaste planten waardoor de verspreiding langzamer gaat.

In 1940 werd reeds een potproef genomen met tevoren besmetten grond waarbij de eerste behandeling 2 weken na het planten van de komkommers plaats had. Daarbij werden niet alleen de pooten ingesmeerd, maar werd bovendien nog 1/4 liter 1 % normaal pappoeder over den grond rondom de poot gegoten. Deze behandeling werd om de andere week herhaald. De afsterving werd, vergeleken bij de contrôle, wel vertraagd (de 3 planten, die het laatste afstierven vertoonden geen duidelijke *Fusarium*-aantasting, tabel 24); de opbrengst was echter niet hoger. Bij de hiervoor vermelde potproef met diverse kwikpreparaten in 1941, werd tevens de werking van normaal pappoeder vergeleken. Nu werden enkel om de andere week de pooten ingesmeerd met een 10 %-ig papje. In de potten was geen verminderde afsterving tengevolge van *Fusarium*-aantasting merkbaar; op het bed bleven echter alle planten gezond (tabel 25). De opbrengst was gemiddeld ± 25 % hooger dan op het contrôle-bed, en vooral tegen het einde van de groeiperiode werd dit verschil in opbrengst groot (grafiek 10).

Bij de proef in 1941, die betrekking had op de locale ontsmetting van een meloenenrij met formaline, werden ook bij een deel der planten naderhand de pooten om de andere week ingesmeerd met normaal pappoeder. Bij de meloenen heeft deze behandeling echter geen enkel gunstig effect gehad (tabel 23).

Het voordeel van deze behandeling is dat zij in elk stadium, ook bij jonge planten, zonder gevaar voor beschadiging toegepast kan worden. Uit in 1943 genomen proeven is gebleken dat in plaats van normaal pappoeder zonder bezwaar een kopervervangingsmiddel zooals Koper Bayer, Koper Wacker of Fusikrimp gebruikt kan worden, hetzij eveneens als een 10 %-ig papje, hetzij in een oplossing met een gelijke hoeveelheid koper als 10 % normaal pappoeder bevat. Het insmeren is echter alleen bij kaskomkommers gemakkelijk uit te voeren.

VII. BESPREKING DER MOGELIJKHEDEN TOT BESTRIJDING

Het genezen van door *Fusarium* aangetaste planten is ten eenenmale uitgesloten, daar de schimmel in het binnenste van de plant voortwoekert en zich door de vaatbundels (vooral de houtvaten) verspreidt. Hoogstens

kan men trachten de afsterving der planten te vertragen door de groei-omstandigheden voor de plant zoo gunstig mogelijk te maken. Een warme, matig vochtige omgeving is daarvoor het geschiktst. Wordt de luchtvochtigheid te laag, dan zal dit wel is waar niet de Fusarium-aantasting begunstigen, maar wel bestaat er dan gevaar voor beschadiging door spint. Ook is het gewenscht niet speciaal water te geven bij de pooten der planten, maar over het geheele raam. Daardoor wordt de ontwikkeling van wortels aan zijranken bevorderd waardoor de planten zich soms enkele weken langer in het leven houden kunnen.

Verder kan men trachten de omstandigheden in den grond zoo gunstig mogelijk te maken voor de ontwikkeling van de komkommerplant en zoo min mogelijk geschikt voor de Fusarium. Daarbij is men echter veelal aangewezen op maatregelen die vóór het uitplanten van het gewas genomen moeten worden. Schadelijk is o.a. een te zure grond (lage pH en laag koolzure kalkgehalte), een te hoge zoutconcentratie, een te geringe zuurstofvoorziening (hooge grondwaterstand, slechte broei, nitrietvorming), en bovenal een hoog ammoniakgehalte in den grond. Dit laatste maakt de plant veel gevoeliger voor diverse ziekten en treedt vooral gemakkelijk op na grond-ontsmetting. Bij de bemesting geve men dan de stikstof zooveel mogelijk in nitraatvorm. De eerstgenoemde omstandigheden zijn te verhelpen door resp. bekalking van den grond, uitspoeling en verbetering van de afwatering of drainage.

Overigens moet bij de bestrijding van de Fusarium de nadruk geheel vallen op het voorkómen van de ziekte. Hiertoe dient men zoo netjes mogelijk te werken en alle besproken maatregelen van hygiëne, zooals het gezond opkweken van het jonge plantmateriaal, het ontsmetten van den opstand, de verbranding van aangetaste planten e.d. strikt in acht te nemen. Daar de schimmel in den grond kan overblijven, moet ook deze ontsmet worden, en dit punt levert de grootste moeilijkheden op. De beste methoden van grond-ontsmetting zijn het stoomen en de behandeling met chloorpicrine (voor kweekgrond ook behandeling met formaline). Bij platglas-rijen bestaat echter het gevaar van het boven brengen van niet ontsmetten grond tijdens het klaarmaken van de rijen, vooral bij ontsmetting met chloorpicrine, welke stof zeer moeilijk gelijkmatig tot op voldoende diepte in den grond dringt. Wellicht kan ontsmetting na het klaarmaken van de rijen in dit opzicht verbetering geven. Ook locale ontsmetting van den grond in de omgeving van de pooten (bijv. met chloorpicrine) kan een gunstig resultaat hebben. Met bepaalde kwikmiddelen, zooals Germisan, kan een dergelijke ontsmetting ook nog geschieden na het uitpoten van de planten. Ook het insmeren van de pooten met een 10 %-ig papje van normaal pappoeder kan eenige bescherming tegen Fusarium verleenen.

Merkwaardig is dat men ook na grondontsmetting vaak de planten vroegtijdig ziet afsterven zonder dat een typische Fusarium-aantasting optreedt. In hoeverre hierbij een aantasting van de wortels door *Fusarium solani* var. *Martii* een rol speelt en in hoeverre deze afsterving het gevolg kan zijn van een ophooping van toxinen in den grond of enkel van minder gunstige weersomstandigheden, is moeilijk met zekerheid vast te stellen. Het zou daarom het mooiste zijn indien men over sterke, voor Fusarium onvatbare komkommer- en meloenrassen kon beschikken. Nu zijn de witte en gele komkommers en de ananas-meloenen wel iets minder gevoelig voor Fusarium, maar lang niet onvatbaar. Wellicht zal in de toekomst in dezen geest iets

te bereiken zijn door de enting op onvatbare onderstammen. Krachtige weinig of niet vatbare onderstammen zijn de sierkalebas en sommige typen Zucchini. Bij uitstekende verzorging leveren zoowel entingen met komkommer als met suikermeloen een hoog percentage vergroeiingen op. Een bezwaar is echter dat vaak een aanzienlijk deel der aanvankelijk schijnbaar geslaagde entingen na uitpoten niet doorgroeit. Zoolang dit probleem niet opgelost is, is deze wijze van werken niet vatbaar voor toepassing in de practijk.

VIII. ENKELE ANDERE SCHIMMELZIEKTEN VAN DE KOMKOMMER

Hier volgt nog een korte beschrijving van enkele andere schimmelziekten, die de komkommer aan kunnen tasten, en die in sommige gevallen verward zouden kunnen worden met de *Fusarium* ziekte.



afb. 10

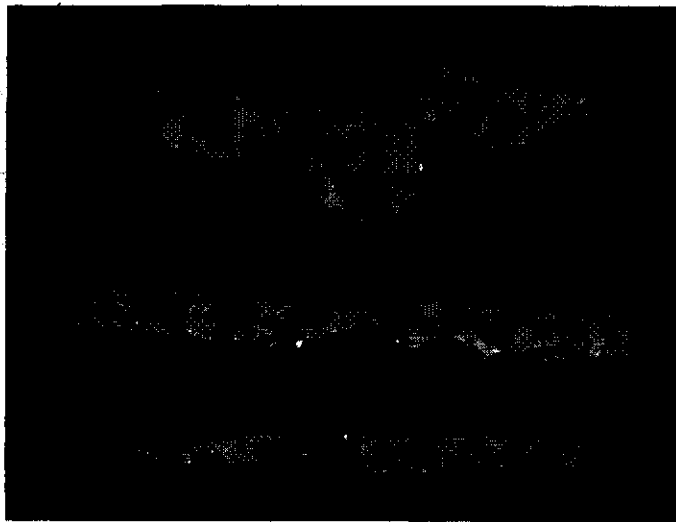
a. Slaapziekte (*Verticillium albo-atrum*)

Ook bij aantasting door deze ziekte gaan de planten slap hangen (afb. 10). Zij komt het meeste voor bij platglas-komkommers en meloenen, daar de *Verticillium*-schimmel zich bij de hoge temperatuur die in de komkommerkassen heerscht, minder goed kan ontwikkelen. Bij deze ziekte wordt er nimmer uitwendig op de plant schimmelpuis gevormd. Het ziektebeeld is dan ook moeilijk te onderscheiden van de aantasting die door *Fusarium solani* var. *Martii* teweeggebracht wordt. Bij doorsnijding van den stengel valt echter een zwakke bruinkleuring op, die zich uitsluitend tot het houtgedeelte beperkt. De *Verticillium*-schimmel kan evenals de *Fusarium* in den grond overblijven. Zij kan eveneens het beste gedood worden door het stoomen van den grond; volgens onze voorloopige proeven is zij iets minder gevoelig voor

chloorpicrine dan *Fusarium*. Ook de *Verticillium*-aantasting kan bevorderd worden door de aanwezigheid van groote hoeveelheden ammoniak-stikstof in den grond (VAN DER VEEN (28)). Ook wordt deze ziekte bevorderd door een slechte, dichte structuur van den grond.

b. Rankenrot (*Sclerotinia libertiana*)

Het meest opvallende symptoom bij aantasting door *Sclerotinia* is de vorming van een wit, donzig mycelium op de ranken. Het onderscheidt zich van het *Fusarium*-mycelium doordat steeds de rose kleur ontbreekt, en er na verloop van tijd harde, zwarte brokjes of korrels in gevormd worden, de



afb. 11

z.g. sclerotiën (afb. 11). Deze kunnen ook binnen in het plantenweefsel gevormd worden waarbij de stengels overlangs scheuren. Ook bladstelen, bladeren en vruchten kunnen aangetast worden, en soms ook de poot. Het gedeelte van de plant boven de plek van aantasting verdroogt en sterft af. Ook deze ziekte wordt in hoofdzaak slechts onder platglas aangetroffen, in het bijzonder op koele vochtige plaatsen. De schimmel kan door middel van de sclerotiën in den grond overwinteren. Men moet dan ook verhinderen dat deze in den grond terecht komen, hetgeen men kan bereiken door aangetaste plantendeelen tijdig te verzamelen en te verbranden. Wanneer de grond in ernstige mate besmet is met sclerotiën kunnen deze door het stoomen gedood worden. Chemische ontsmettingsmiddelen zooals formaline en chloorpicrine hebben weinig uitwerking op de sclerotiën in den grond.

c. Pythiumrot (*Pythium irregulare* e.a.)

Deze schimmel is in staat om in het bijzonder jonge planten aan te tasten. YOUNKIN (35) heeft onderzocht hoe kiemplanten vaneen water meloenvariëteit die resistent was tegen *Fusarium*, aangetast werden door *Pythium*. Deze aantasting kwam veelvuldig voor bij deze variëteit en kan gemakkelijk verward wor-

den met *Fusarium*-aantasting. Speciaal de hypocotyle as (het gedeelte van den stengel onder de zaadlobben) vertoont een rotting, wordt ingesnoerd en kleurt bruin. Er kan zich eenig grauwigrijks schimmelpuis op ontwikkelen (afb. 12 en 12a). Deze ziekte kan optreden tot eenigen tijd na het uitplanten. Meestal worden alleen verzwakte planten aangetast. Oorzaken van de verzwakking kunnen zijn tijdelijk te lage temperaturen, te hooge vochtigheid



afb. 12



afb. 12a

en lichtgebrek. Ook een overmaat ammoniakstikstof in den grond bevordert de aantasting, hetgeen in sterke mate het geval is bij het gebruik van gestoomden kweekgrond in potten. Het beste kan een dergelijke grond daarom zoo kort mogelijk voor het gebruik ontsmet worden, opdat de kans op hernieuwde infectie zoo gering mogelijk zij (*Pythium* ontwikkelt zich n.l. evenals *Fusarium* saprophytisch in den grond).

d. Botrytisrot (*Botrytis cineria*)

Deze schimmel is in nog sterker mate dan de vorige een zwakte-parasiet. Zij dringt de plant alleen binnen door verwondingen, die bijv. bij het snoeien ontstaan. De aantasting wordt daarbij bevorderd door een hooge luchtvochtigheid. Op de plaatsen van aantasting gaat het plantenweefsel rotten en ontstaat een bruine, sterk stuivende schimmelmassa. Dit zijn de conidiën waarmee de schimmel zich door de lucht verspreidt. Eventueel kan men dergelijke plekken insmeren met 10 % normaal pappoeder. Het boven de aangetaste plek gelegen plantenweefsel sterft meestal af.

e. Vruchtvuur (*Cladosporium cucumerinum*)

Deze ziekte zal men meestal niet met *Fusarium* verwarren. De met groene schimmel bedekte, ingezonken, rotte plekken op de vruchten en de bruine

vlekken op de bladeren zijn daarvoor te bekend. Op het jonge stengeltje van kiemplanten kunnen echter bruine strepen en spleten voorkomen die men wellicht met een *Fusarium*-aantasting zou kunnen verwarren. Dergelijke plantjes mogen natuurlijk nimmer uitgeplant worden. Overigens kan men het vruchtvuur het beste bestrijden door de lucht warm en droog te houden (VAN DEN MUYZENBERG (19)). Ook deze ziekte komt in hoofdzaak slechts onder platglas voor en men houde wanneer deze ziekte optreedt, de ramen zooveel mogelijk dicht en giete tegelijk zoo weinig mogelijk, opdat de luchtvochtigheid niet te zeer stijgt tengevolge van het sluiten van de ramen. Eventueel kan ook een bespuiting met 1/4 % uspulun of aretan toegepast worden of een bestuiving met bulbosan.

IX. SAMENVATTING

Het ziektebeeld bij de komkommer bestaat uit:

- 1°. Bruinkleuring en rotting van de poot (voetziekte) en
- 2°. Verwelking van de bladeren.

Soms kunnen groote gedeelten van den stengel of de ranken afsterven en bedekt worden met een rose schimmellaag.

De verwekkers van de ziekte zijn:

- 1°. *Fusarium bulbigenum* var. *niveum*.
- 2°. *Fusarium oxysporum*.
- 3°. *Fusarium oxysporum* var. *aurantiacum*.
- 4°. *Fusarium orthoceras*.
- 5°. *Fusarium orthoceras* var. *longius*.
- 6°. *Fusarium angustum*.

7°. *Fusarium solani* var. *Martii*. Deze laatste veroorzaakt nooit een aantasting van den stengel of de ranken.

De ziekte wordt bevorderd door lage temperatuur ($< 20^{\circ} \text{C.}$) en door lichtgebrek. De ziekte wordt in zeer sterke mate bevorderd door een hoog gehalte ammoniak-stikstof in den grond. Bij hernieuwde infectie van den grond na het stoomen kan de *Fusarium*-aantasting zich dan ook zeer snel uitbreiden (veel ammoniak-stikstof vrijgemaakt bij het stoomen van dit humusrijke milieu). Ook de toestand van den grond heeft invloed op de ontwikkeling van de ziekte. Zoo bevorderen een slechte aëratie, lage pH, laag koolzure kalkgehalte en een hoog zoutgehalte (in het bijzonder veel NaCl) de ziekte. Wanneer de broeimest moeilijk verteert, tengevolge van een slechte aëratie of hoogen grondwaterstand, dan kunnen hooge nitriet-concentraties ontstaan in den mest en in den omringenden grond, waardoor de *Fusarium*-aantasting eveneens bevorderd wordt.

Komkommer, meloen en boon zijn de belangrijkste waardplanten voor de komkommer-*Fusaria*. Terwijl er tusschen de verschillende komkommer-typen slechts geringe verschillen in vatbaarheid bestaan, zijn bepaalde soorten meloenen en boonen minder vatbaar voor bepaalde *Fusarium*-stammen (zie tabel 3). Ook de wortels van kiemplanten van verschillende andere gewassen zoals andijvie en bieten kunnen door deze *Fusaria* aangetast worden.

Onvatbare komkommer- of meloenrassen die als uitgangsmateriaal voor kruisingen zouden kunnen dienst doen, werden in Nederland niet aangetroffen. Wel bestaan er enkele practisch onvatbare Cucurbitaceën, die dienst kunnen doen als onderstam voor komkommer en meloen (methode v. D. KROFT).

Dit zijn in de eerste plaats verschillende vormen van sierkalebassen en in mindere mate bepaalde typen van zucchetti. Op dezen laatsten onderstam worden zeer groote komkommervruchten gevormd. Een bezwaar tegen de toepassing is de afsterving, die nog op kan treden na de uitplanting van aanvankelijk geslaagde entingen.

Een eenzijdige teelt van voor de komkommer-Fusaria vatbare gewassen kan tot een zware besmetting van den grond leiden. De Fusarium kan echter niet alleen passief met behulp van chlamydosporen in den grond overwinteren, maar kan zich ook saprophytisch ontwikkelen op plantenresten. Zij kan dan ook jaren lang in den grond overblijven en wel des te langer naarmate de grond humusrijker is en minder vaak verdolven wordt.

De maximale ontwikkeling van *Fusarium angustum* heeft plaats bij een temperatuur van $\pm 25^{\circ}\text{C}$., terwijl binnen het temperatuurbereik van $10\text{--}35^{\circ}\text{C}$. de groei nog van beteekenis is (grafiek 4). De komkommer-groei wordt bij lage temperaturen sterker geremd dan de Fusarium-groei, vandaar de sterker aantasting. *Fusarium angustum* ontwikkelt zich veel sterker in een voedingsoplossing met ammoniak-N dan bij voeding met enkel nitraat-N. Verder is de groei het sterkst bij een pH van ongeveer 5 (grafiek 6).

De afstervings temperatuur van de voor komkommer pathogene Fusaria blijkt in sterke mate afhankelijk te zijn van den tijdsduur van verhitting (grafiek 7). De vorm van de afstervingskromme bij 50°C . (grafiek 8) wijst op heterogeniteit van het materiaal. De chlamydosporen zijn waarschijnlijk resister dan de gewone conidiën.

Fusarium solani oefent een antagonistische werking uit op de komkommer-Fusaria. Enting van den bovengrond met deze Fusarium vermindert het besmettingsgevaar van uit den ondergrond.

Ter voorkoming van de ziekte wordt aangeraden zaadontsmetting toe te passen; kweekgrond, houtwerk en gereedschappen te ontsmetten met 3 % formaline; zieke plantenresten te verbranden; geen besmette dommest voor komkommers te gebruiken en besmetting van gietwater te voorkomen (reeds door RIETBERG vermeld).

Er worden enkele aanwijzingen gegeven betreffende de beste wijze van het stoomen van den grond. Een laag grond van ± 50 cm dikte dient tot gemiddeld $\pm 80^{\circ}\text{C}$. verhit te worden. De buizen moeten op minstens 30 cm diepte ingegraven worden en het is wenschelijk den ondergrond los te maken. De grondwaterstand moet lager dan 50 cm onder het maaiveld zijn. De grond kan het beste in een lossen, drogen toestand verkeerren. Het is wenschelijk den grond tot minstens 4 uur na het stoomen af te dekken met zeilen, planken of stroo-matten.

Het beste chemische middel voor grondontsmetting tegen Fusarium is chloorpicrine (3,5 l per are). De grond moet droog zijn. Het kan toegediend worden opgelost in benzine of geadsorbeerd aan norit en gemengd met wat grond. De groote moeilijkheid is de chloorpicrine tot op voldoende diepte door den grond te werken. Voor platglas-rijen zal ontsmetting na het klaar-maken der rijen aanbeveling verdienen (dit geldt ook voor het stoomen), daar anders het gevaar bestaat, dat bij de diepe grondbewerking niet ontsmette grond boven gebracht wordt. Ontsmetting met formaline na het klaar-maken der rijen is te riskant i.v.m. gevaar voor beschadiging van het gewas.

Een ontsmetting van de omgeving van de pooten der planten met normaal pappoeder, of een kwikmiddel zooals Germisan, kan eenig effect hebben, maar is niet afdoende.

SUMMARY

The symptoms of the Fusarium disease in the cucumber are,

- (1) brown colouring and decaying of the foot (foot-rot) and
- (2) withering of the leaves.

In some cases large portions of the stem may die off and becovered with a pink-coloured layer of mould.

This disease is caused by the following Fusarium species:

- (1) *Fusarium bulbigenum* var. *niveum*;
- (2) *Fusarium oxysporum*;
- (3) *Fusarium oxysporum* var. *aurantiacum*;
- (4) *Fusarium orthoceras*;
- (5) *Fusarium orthoceras* var. *longius*;
- (6) *Fusarium angustum*, and
- (7) *Fusarium solani* var. *Martii*. The last-named never attacks the stem.

The progress of the disease is favoured by a low temperature (i.e. below 20° C.) and lack of sufficient light. It is also favoured in very great measure by heavy dressings of stable manure and ammonium compounds. On renewed infection of the soil after steaming, indeed, the Fusarium infection may often extend very rapidly, owing to the fact that a large quantity of ammonia is freed through the steaming of this culture-medium rich in humus. The state of the soil also influences the disease; for example, bad aeration, low pH, a low lime content, and a high salt content (especially much NaCl), favour its progress. When the heatingmanure is decomposed with difficulty owing to bad aeration or a high level of the groundwater, high nitrite concentrations may arise in the manure and the surrounding soil, which also tends to promote the action of Fusarium.

The cucumber, the melon and the bean are the most important hosts for the cucumber Fusarium. Whereas there exist only little differences in susceptibility between the various types of cucumber, certain species of melons and beans are less susceptible to certain Fusarium species (*vide* Table 3). The roots of the seedlings of various other vegetables, such as endive and beet may also be attacked by this Fusarium.

There are no immune varieties of either cucumber or melon in the Netherlands, which might serve as basic material for cross-fertilization. There do exist some practically immune Cucurbitaceae, which may serve as parent stock for the cucumber and the melon (VAN DER KROFT's method). These are, in the first place, different forms of ornamental calabashes and, in a lesser degree, certain types of vegetable marrow. Very large cucumber fruits may be grown upon the last-named parentstock. An objection to the application of this method is that dying-off may occur even after the planting-out of initially successful graftings.

Repeated cultivation of crops susceptible to the cucumber-Fusaria may lead to grave infection of the soil. The Fusarium however, is able not only to hibernate passively in the soil, with the aid of chlamydospores, but also to develop saprophytically on plant-rests. It is also able to remain in the soil for years and for a longer time according as the soil is richer in humus, and is dug up less often.

Maximal development of *Fusarium angustum* takes place at a temperature of about 25° C., whilst its growth is still significant within a range of from 10° to 35° C. (diagram 4). At low temperature the growth of the cucumber is retarded more strongly than that of the *Fusarium*, hence the gravity of the attack. *Fusarium angustum* develops much more strongly in a nutritive solution with ammonia than with only nitrate. Growth is strongest when the pH is about 5 (diagram 6).

The lethal temperature of the *Fusaria* pathogenic to the cucumber appears to be to a great extent dependent upon the duration of the heating (diagram 7). The shape of the dying-off curve at 50° C. (diagram 8) points to heterogeneity of the material. Chlamydo-spores are probably more resistant than the ordinary conidia.

Fusarium solani acts antagonistically to the cucumber *Fusaria*. Inoculation of the upper soil with this *Fusarium* diminishes the danger of infection from the subsoil.

As a prophylaxis it is advised to apply disinfection of the seed; disinfection of the soil to be cultivated, the woodwork and tools, with 3 % formaldehyde; to burn diseased plant-rests; to avoid the use of infected straw manure from cucumber-glasshouses and to prevent infection of the irrigation water (already referred to by RIETBERG).

Some indications are given regarding the best method of steaming the soil. A layer of soil, about 50 cm thick, should be heated to an average temperature of about 80° C. The pipes should be dug in to a depth of at least 30 cm and it is desirable to loosen the subsoil. The level of the ground-water should be at least 50 cm below the surface. It is best if the soil is in a loose and dry state. It is advisable to cover the ground all over with tarpaulin cloths, boards or straw until at least three hours after steaming.

The best chemical means of soil-sterilization against *Fusarium* is chlorpicrin (3,5 l per 100 m²). The soil should be dry. This disinfectant may be used either in a benzine solution, or adsorbed to Norit and mixed with a little soil. The greatest difficulty is in mixing the chlorpicrin to a sufficient depth in the soil. In the case of Dutch lights, it is recommended to sterilize after the rows have been arranged (this also applies to steaming), as otherwise there is a risk that non-sterilized soil may be brought higher up during the deep soil operations. Sterilization with formaldehyde once the rows have been arranged is too risky in view of the danger of damaging the plants.

Disinfection applied around the feet of the plants, with 10 % Burgundy mixture, or a mercury preparation such as Germisan, may have some effect, but is inadequate.

LITERATUUR

1. K. G. BEACHLEY. Combining heat and formaldehyde for soil treatment. Bull. Pa. Agric. Exp. St. 348, 1937.
2. L. S. BENNETT. Studies on the inheritance to wilt (*Fusarium niveum*) in watermelon. J. Agric. Res. 53, 1936, p. 295—306.
3. H. F. COOK and T. J. NUGENT. Fusarium wilt resistant watermelons. Trans. Pens. Hort. Soc. 1938.
4. J. DUFRÉNOY. La transmission des maladies des plantes par voie biologique. Voordracht in de „Société de Pathologie comparée”, 10 IV, 1923.
5. E. I. EZERSKAYA. Chlorpicrin as soil desinfectant in hot frames. Pl. Prot. Leningr. 1937, p. 113—120.
6. Fruit, Flower and Vegetable Trades Journal 1939, p. 96. Cucumber root rot.
7. M. GAUDINEAU. Le flétrissement des Reines-Marguérites dû au *Fusarium callistephi*. Rev. Path. Veg. 23, 1936, p. 123—130.
8. G. H. GODFREY. Control of soil fungi by soil fumigation with chlorpicrin. Phyt. 26, 1936, p. 246—256.
9. A. J. KLUYVER. De microbiologische grondslagen van de voedselconserveering. Verslag 19de conferentie over voedingsmiddelscheikunde.
10. Y. VAN KOOT. Grondontsmetting door stoomen en beïnvloeding van bacterieleven en samenstelling van den grond. Landb. Tijdschr. 1942, p. 532—555.
11. Y. VAN KOOT. Enkele onderzoeken betreffende de Fusarium-ziekte bij de komkommer. Tijdschr. o. Pl. 1943, p. 52—73.
12. W. G. VAN DER KROFT. De bestrijding van Fusarium bij komkommers door middel van enting op resistente onderstammen. Meded. v. d. Tuinb. Voorl. D. No. 31, 1942.
13. J. G. LEACH. A destructive Fusarium wilt of Muskmelons. Phyt. 23, 1933, p. 554—556.
14. J. G. LEACH and T. M. CURRENCE. Fusarium wilt of Muskmelons in Minnesota. Univ. Minn. Agr. Exp. St. Techn. Bull.
15. T. LINDFORS. Om vissnesjuka hos gurkor förorsakad av *Verticillium albo-atrum*. Medd. No. 150 från Centralanst. f. försöksväx, på jorbrukssomradet, Bot. avdeln. 13, 1917, p. 3—12.
16. T. F. MANNS, F. R. DAVIES, J. W. HEUBERGER and J. F. ADAMS. Department of Plant Pathology. Rep. Del. Agric. Exp. St. Bull. 205, 1936, p. 37—45.
17. W. D. MOORE. Field studies of certain diseases of Snap beans in the Southeast. Techn. Bull. U.S. Dep. Agric. 647, 1938.
18. D. MULDER. Biologisch onderzoek van grondontsmettingsmiddelen. Diss. Baarn, 1943.
19. E. W. B. VAN DEN MUYZENBERG. Onderzoek over *Cladosporium cucumerinum* (de veroorzaker van het vruchtvuur van de komkommer). Tijdschr. o. Pl. 1932, p. 82—118.
20. O. A. REINKING. Parasitic and other fusaria counted in Costa Rica and Panama soils. Zentr. f. Bakt. u. Par. II, 90, 1934, S. 4—17.

21. O. A. REINKING. Soil and Fusarium diseases. Zentr. f. Bakt. u. Par. II, 91, 1935, S. 234—255.
22. O. A. REINKING and M. M. MANNS. Parasitic and other Fusaria counted in Columbia soils. Zentr. f. Bakt. u. Par. II, 89, 1934, S. 502—509.
23. H. RIETBERG. De Fusariose van komkommers en meloenen. Meded. v. d. Tuinb. Voorl. D. No. 20, 1940.
24. H. R. ROSEN. Efforts to determine the means by which the Cotton wilt fungus, *Fusarium vasinfectum*, induces wilting. Journ. Agric. Res. 33, 1926, p. 1143—1162.
25. E. SCHAFFNIT und M. LÜDTKE. Über die Bildung von Toxinen durch verschiedene Pflanzenparasiten. Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1932, S. 444—463.
26. J. J. TAUBENHAUS and L. D. CHRISTENSON. Role of insects on the distribution of Cotton wilt caused by *Fusarium vasinfectum*. Journ. Agric. Res. 53, 1936, p. 703—712.
27. F. TJALLINGII. Kort bericht over den stand van het onderzoek naar augurkenziekten, 1942.
28. E. VAN DER VEEN. Onderzoekingen over tracheomycosen. Diss. Baarn, 1930.
29. F. B. WANN and B. L. RICHARDS. The effect on pH on the strawberry root rot fungi. Proc. Utah Acad. Sc., 1937.
30. R. WEISS. Über die durch *Fusarium culmorum* hervorgerufene Spargelfusskrankheit. Zeitschr. f. Pfl. Krankh. 1939, S. 15—40.
31. A. N. WERNER. The role of bios in the biology of the fungi of the genus *Fusarium*. C. R. Acad. Sc. U.R.S.S., N.S., iv., 1—2, 1935, p. 61—64.
32. J. J. WILSON. The pathological relationship between the host and parasite in varieties and strains of watermelons resistant to *Fusarium niveum*. Res. Bull. Ia Agric. Exp. St. 195, 1936, p. 107—152.
33. H. W. WOLLENWEBER und O. A. REINKING. Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. Berlin, Paul Parey, 1935.
34. F. C. WOOD. Studies on "damping off" of cultivated Mushrooms and its association with *Fusarium* species II. Phyt. 29, 1939, p. 728—739.
35. S. G. YOUNKIN. *Pythium irregulare* and "damping off" of watermelons. Phyt. 28, 1938.
36. M. ZILLING. Beiträge zur Kenntnis der Microflora der Böden Westsibiriens. Ref. Centr. f. Bakt. u. Par. 95, 1936/37, S. 82—83.

LIJST VAN AFBEELDINGEN

- Afb. 1. Poot van komkommerplant, bruin gekleurd tengevolge van Fusarium-aantasting (na kunstmatige infectie).
- Afb. 2. Stengel van komkommerplant, waarop de ontwikkeling van een witrose mycelium overtrek van Fusarium zichtbaar is.
- Afb. 2a. Idem van meloenplant.
- Afb. 3. Door Fusarium aangetaste, verwelkende komkommerplant. Parapluvorm van de bladeren.
- Afb. 4. Cultuurbuis met kiemend meloenplantje op Knopsagar (onderzoek op vatbaarheid voor diverse Fusaria).
- Afb. 5. Dwarse doorsnede van den stengel van een sierkalebas met een gesloten ring van dikwandige cellen (vezels) op eenige diepte (± 6 cellagen) onder de opperhuid.
- Afb. 6. Dwarse doorsnede van de plaats van vergroeiing van ent en onderstam (komkommer op sierkalebas). De callusvorming gaat uit van de ent (links). Rechts is duidelijk de vezelring van de sierkalebas zichtbaar.
- Afb. 6a. Idem bij slecht vergroeide ent. Slechts in den rechterbovenhoek over een kleinen afstand vergroeid. Links de onderstam, rechts de ent.
- Afb. 6b. Overlangsche doorsnede bij goed vergroeide ent. Let op de vaatbundel-verbindiŕgen die van het centrum (de ent) naar den sierkalebas-onderstam (links) groeien en langs den vaatbundel naar beneden. Links is ook de vezelring van de sierkalebas zichtbaar.
- Afb. 7. Overzicht van een gedeelte van de grondontsmettingsproef met chloorpicrine in 1942. Afsterving van de komkommerplanten op 13 Augustus. Later in het seizoen zijn ook op de met chloorpicrine ontsmette percelen ($\pm 0,4$ l per $rr^2 = \pm 3$ liter per are) zooveel planten afgestorven, dat er aan het einde van de teelt geen duidelijke verschillen met de contrôlevakken meer konden worden waargenomen.
- Afb. 8. Overzicht van de grondontsmetting met chloorpicrine in 1943. Het linkervak is afgedekt met papier. Op het middenvak zijn de door het zwavelkoolstofapparaat getrokken voren dichtgetrapt en is de grond flink nat gemaakt met water. Het rechtervak werd niet afgedekt.
- Afb. 9. Locale ontsmetting met formaline of chloorpicrine op klaar-gemaakte bedden onder plat glas. In het midden van het uit-gediepte gedeelte wordt na 1—2 weken gepoot.
- Afb. 10. Verwelkt meloenengewas tengevolge van Verticillium-aantasting. Geen schimmelontwikkeling op de ranken.
- Afb. 11. Door Sclerotinia aangetaste komkommerstengels, bedekt met een wollig, wit mycelium en harde, zwarte sclerotiën.
- Afb. 12. Jonge komkommerplant met op de grens van grond en lucht doorgerotten stengel. Gevolg van Pythium-aantasting op kouden, natten, aan ammoniak rijken grond.
- Afb. 12a. Pythium-aantasting bij kiemplantjes. Geheel weggrotten van de van de plantjes en ontwikkeling van een grauwgrijs mycelium.

LIJST VAN GRAFIEKEN

- Grafiek 1. Bevordering van de Fusariumziekte door een gering kalkgehalte van den grond (enquête 1940).
- Grafiek 2. Bevordering van de Fusariumziekte door een lage pH van den grond (enquête 1940).
- Grafiek 3. Bevordering van de Fusariumziekte door een hoog NaCl-gehalte van den grond (enquête 1940).
- Grafiek 4. Fusariumgroei bij uiteenlopende temperaturen in een synthetische voedingsvloeistof (*Fusarium angustum* in erlenmeyers).
- Grafiek 5. Fusariumgroei bij verschillende wijze van stikstofvoeding in een synthetische voedingsvloeistof (*Fusarium angustum* in erlenmeyers). Optimale groei bij gemengde ammoniak- en nitraatvoeding. Bij enkel NH_3 -voeding afname van den groei door sterke pH-daling.
- Grafiek 6. Fusariumgroei bij verschillende pH in een synthetische voedingsvloeistof (*Fusarium angustum* in erlenmeyers). Optimale groei bij pH 4 tot 5.
- Grafiek 7. Verband tusschen de afstervingstemperatuur van Fusarium in grond en den tijdsduur van verhitting (mengsel van pathogene Fusaria in reageerbuis). Aangegeven zijn de temperaturen, waarbij alle kiemen gedood werden.
- Grafiek 8. Verloop van de Fusarium-afsterving bij verhitting tot 50° C. De vorm van de curve wijst op heterogeniteit van het materiaal (chamydosporen resistenter?).
- Grafiek 9. Opbrengst aan komkommers bij een potproef (1942) betreffende de antagonistische werking van Fusarium solani t.o.v. de voor komkommer pathogene Fusaria.
- Grafiek 10. Opbrengst aan komkommers bij een proef met locale ontsmetting van kunstmatig met pathogene Fusaria besmetten grond (1941).

TABEL 1

Onderzoek grondmonsters in verband

N ^o .	Aantasting	Grondwaterstand	Brocimateriaal	
			Diepte	Hoeveelheid
2	Hevig	60—70 cm	30 cm	3 kg stroo + 50 kg mest per raam
3	Vrij hevig	60 cm	35 cm	6 kg stroo + 15 kg mest per raam
8	Zeër hevig	80 cm	35 cm	5 kg stroo + 20 kg mest per raam
10	Vrij hevig	80 cm	20 cm	Matige hoeveelheid
13	Vrij hevig	80 cm	25 cm	Veel broeimest
15	Vrij hevig	70—70 cm	30 cm	Veel broeimest
17	Hevig	70 cm	20 cm	8 kg stroo + 75 kg mest per raam
20	Vrij hevig	60 cm	20 cm	5,5 kg stroo + 50 kg mest per raam
23	Hevig	60 cm	25 cm	2,5 kg stroo + 11 kg mest per raam
24	Hevig	60 cm	25 cm	2,5 kg stroo + 7,5 kg mest per raam
27	Vrij hevig	40—60 cm	—	Geen (kaskomkommers)
29	Vrij hevig	50—60 cm	30 cm	In veur 45 cm breed en 30 cm diep
32	Vrij hevig	60 cm, echter onder de vaart.	30 cm	In veur 60 cm breed en 40 cm diep
34	Hevig	45—50 cm, opdrachtig	25 cm	In veur 60 cm breed en 30 cm diep
35	Vrij hevig	60 cm, echter onder de vaart.	20 cm	In veur 50 cm breed en 30 cm diep
36	Zeër hevig	60 cm, zeer opdrachtig	25 cm	Normale hoeveelheid
37	Hevig	50 cm	18—20 cm	Normale hoeveelheid
38	Vrij hevig	60 cm	25 cm	Normale hoeveelheid
47	Zeër hevig	Sterk hellend vlak onder de vaart	20 cm	In veur 60 cm breed en 40 cm diep

$$\text{Relatieve droogrest} = \frac{\text{Droogrest}}{\text{Natuurlijk vochtgehalte}} \times 100.$$

Alle stikstofvormen zijn uitgedrukt in mg N per 100 g grond of mest.

TABEL 1a

Onderzoek grondmonsters in verband

N ^o .	Aantasting	Grondwaterstand	Broeimateriaal	
			Diepte	Hoeveelheid
1	Gering	1 m	30 cm	6 kg stroo + 15 kg mest per raam
4	Gering	60—70 cm	20 cm	7 kg stroo + 40 kg mest per raam
5	Geen	60 cm	20 cm	5 kg stroo + 9 kg mest per raam
6	Geen	1 m	25 cm	6 kg stroo + 50 kg mest per raam
7	Geen	80 cm	25 cm	4 kg stroo + 50 kg mest per raam
9	Geen	1 m	20 cm	Veel broeimest
11	Geen	60—70 cm	20 cm	Matige hoeveelheid
12	Geen	60—80 cm, zeer opdrachtig . .	15—20 cm	Tamelijk veel
14	Geen	80 cm	25 cm	Veel broeimest
16	Gering	60—70 cm	25 cm	2 kg stroo + 37,5 kg mest per raam
18	Geen	60 cm	25 cm	4 kg stroo + 50 kg mest per raam
19	Gering	30 cm	20 cm	5 kg stroo + 60 kg mest per raam
21	Geen	80 cm	20 cm	2,5 kg stroo + 60 kg mest per raam
22	Geen	60 cm	20 cm	4 kg stroo + 60 kg mest per raam
25	Geen	70—80 cm	32 cm	4,5 kg stroo + 14 kg mest per raam
26	Geen	80 cm	30 cm	2,5 kg stroo + 55 kg mest per raam

$$\text{Relatieve droogrest} = \frac{\text{Droogrest}}{\text{Natuurlijk vochtgehalte}} \times 100.$$

met *Fusarium* (Zieke gevallen) 1940

Nat. vocht- gehalte	Humus- gehalte	CaCO ₃ - gehalte	pH	NaCl- gehalte	Droog- rest in %	Rel. droog- rest	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	NH ₃	N ₂ O ₃	
											Grond	Mest
15,2	5,3	0,—	6,24	0,002	0,15	0,99	0,8	11,4	4,0	6,5	0,18	0,32
23,2	8,5	1,08	6,17	0,004	0,11	0,47	2,4	3,4	4,4	4,8	0,—	0,64
19,2	10,5	0,08	5,87	0,011	0,13	0,68	7,9	3,6	2,8	3,2	0,12	0,—
16,6	—	0,24	5,46	0,009	0,09 ^s	0,57	6,0	9,5	2,0	2,4	0,06	0,06
27,5	11,9	0,08	6,13	0,030	0,12	0,44	8,8	9,0	1,2	0,6	0,—	0,24
27,7	13,6	0,24	6,54	0,014	0,20	0,72	5,9	11,5	1,6	1,6	0,10	0,64
16,0	4,9	0,20	6,63	0,033	0,09	0,56	8,4	14,0	0,—	0,—	0,10	0,80
7,0	0,7	0,—	6,60	0,004	0,04	0,57	1,9	2,8	0,—	1,2	0,—	0,—
25,9	25,2	0,04	5,69	0,051	0,15	0,58	2,9	6,6	0,—	7,0	0,04	0,04
32,6	26,5	0,04	6,14	0,033	0,20	0,61	2,6	2,2	2,6	6,0	0,10	0,—
32,2	25,3	1,12	6,71	0,067	0,33 ^s	1,04	10,0	16,8	2,8	7,2	0,08	staal
34,2	17,6	0,—	5,28	0,042	0,37 ^s	1,10	0,9	14,0	26,8	10,—	—	—
35,5	29,0	0,04	5,17	0,057	0,24	0,68	12,0	13,0	8,4	5,6	—	—
29,9	20,8	0,—	5,24	0,061	0,24	0,80	0,8	2,4	10,8	12,8	—	—
34,5	32,0	0,04	6,10	0,030	0,29	0,84	1,0	9,6	8,4	2,2	—	—
14,3	9,1	0,04	6,67	0,014	0,09	0,63	6,0	3,0	1,6	1,6	0,—	0,80
9,5	3,5	0,04	6,45	0,018	0,09	0,95	2,9	12,0	2,0	2,0	0,08	0,48
17,8	5,6	0,—	5,95	0,028	0,10 ^s	0,59	2,9	11,0	7,6	2,0	0,04	0,12
19,4	23,8	0,—	4,84	0,107	0,96	4,95	5,9	5,2	69,6	39,2	0,80	0,08

De P₂O₅, K₂O, N en N₂O₃ zijn in waterig extract bepaald, NH₃ in 0,05 n HCl-percolaat.
De P₂O₅- en K₂O-getallen stellen mg per 100 g grond voor.

met *Fusarium* (Gezonde gevallen) 1940

Nat. vocht- gehalte	Humus- gehalte	CaCO ₃ - gehalte	pH	NaCl- gehalte	Droog- rest in %	Rel. droog- rest	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	NH ₃	N ₂ O ₃	
											Grond	Mest
18,3	15,8	0,28	6,45	0,004	0,13 ^s	0,74	3,7	6,4	3,2	5,6	0,20	0,—
18,9	8,5	0,24	6,90	0,007	0,21 ^s	1,14	1,9	1,9	7,2	3,6	0,—	0,06
33,0	34,2	0,24	6,85	0,030	0,17 ^s	0,53	5,0	5,1	7,6	4,0	0,20	1,20
22,5	8,1	2,44	6,83	0,014	0,11	0,49	6,1	7,5	2,4	3,6	0,08	0,08
21,0	8,2	4,50	6,95	0,016	0,10	0,48	4,1	1,9	3,2	3,6	0,04	0,04
19,6	7,8	1,24	6,95	0,009	0,10 ^s	0,54	9,6	10,8	0,—	2,4	0,—	0,—
22,1	7,5	0,24	6,75	0,028	0,12	0,54	6,8	14,1	0,—	2,8	0,04	0,04
25,2	10,9	0,64	7,04	0,023	0,14 ^s	0,58	13,8	13,8	0,8	2,8	0,08	0,48
19,0	8,6	0,20	7,19	0,021	0,12	0,63	7,0	5,2	0,8	0,—	0,04	0,04
18,9	7,4	0,80	7,00	0,026	0,13	0,69	6,9	5,4	0,8	1,4	0,06	0,08
16,8	6,7	0,24	6,47	0,014	0,10 ^s	0,63	8,0	4,2	0,—	0,—	0,04	0,04
13,4	6,1	0,16	3,08	0,009	0,11	0,82	2,9	8,2	2,8	0,—	0,—	0,—
10,0	3,1	1,90	6,76	0,007	0,10	1,00	2,1	8,2	3,2	1,2	0,—	0,—
12,2	3,6	0,—	5,80	0,007	0,06	0,41	8,4	5,2	0,—	2,8	0,06	0,28
24,2	16,3	0,04	6,18	0,018	0,11	0,45	4,0	6,0	3,2	0,0	0,18	0,—
21,0	11,9	0,—	6,26	0,026	0,14	0,67	2,6	6,9	5,6	0,0	0,0,0	2,00

Alle stikstofvormen zijn uitgedrukt in mg N per 100 g grond of mest.

De P₂O₅, K₂O, N en N₂O₃ zijn in waterig extract bepaald, NH₃ in 0,05 n HCl percolaat.

De P₂O₅- en K₂O-getallen stellen mg per 100 g grond voor.

TABEL 1a. (vervolg)

No.	Aantasting	Grondwaterstand	Broeimateriaal	
			Diepte	Hoeveelheid
28	Gering	60—70 cm, zeer opdrachtig .	15—20 cm	3,5 kg stroo + 80 kg mest per raam
30	Gering	75 cm	30 cm	In veur 60 cm breed en 40 cm diep
31	Geen	70 cm, echter onder de vaart .	30 cm	In veur 60 cm breed en 40 cm diep
33	Geen	60 cm, echter onder de vaart .	30 cm	In veur 60 cm breed en 40 cm diep
39	Geen	50 cm	25 cm	Flinke hoeveelheid
40	Gering	50 cm	15—20 cm	Tamelijk veel
41	Geen	50 cm	—	Geen (koude bakken)
42	Geen	60—70 cm, opdrachtig	—	Geen (koude bakken)
43	Geen	50 cm	30 cm	In veur 60 cm breed en 40 cm diep
44	Geen	1 m, echter onder de vaart .	35 cm	In veur 60 cm breed en 40 cm diep
45	Geen	Sterk hellend vlak onder de vaart	35 cm	In veur 60 cm breed en 40 cm diep
46	Geen	60—70 cm	30 cm	In veur 60 cm breed en 40 cm diep

1) K.b.z.m. = koude bak zonder mest.

TABEL 2

Bemestingsproef bij komkommer 1939

Fusarium-aantasting bij verschillende N-, P- en K-trappen

Bemesting	Toestand planten				Totaal
	Gezond	Rot	Fusarium	Dood	
N = 0	2	9	0	0	11
N = 1	13	22	2	8	45
N = 2	25	14	2	4	45
N = 4	27	20	4	3	54
P = 0	3	8	0	0	11
P = 1	21	20	1	3	45
P = 2	26	15	2	2	45
P = 4	17	22	5	10	54
K = 0	2	8	1	0	11
K = 1	23	19	0	3	45
K = 2	20	17	4	7	45
K = 4	25	21	3	5	54

De kolom „Rot” heeft betrekking op planten met een door onbekende oorzaak beschadigden poot.

De kolom „Dood” heeft betrekking op reeds eerder tengevolge van Fusarium-aantasting afgestorven planten.

Nat. vocht- gehalte	Humus- gehalte	CaCO ₃ - gehalte	pH	NaCl- gehalte	Droog- rest in %	Rel. droog- rest	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	HN ₃	N ₂ O ₅	
											Grond	Mest
14,2	8,6	0,04	5,92	0,014	0,12	0,85	13,6	24,0	8,0	56	—	—
30,7	12,8	0,12	6,58	0,030	0,26	0,85	2,7	23,0	8,0	12,4	—	—
32,4	23,7	0,04	5,99	0,023	0,22	0,68	1,2	13,0	16,4	4,8	—	—
30,4	—	—	—	—	—	—	—	14,0	—	10,8	—	—
15,0	4,6	0,08	6,05	0,007	0,08	0,53	2,—	0,6	5,2	2,0	0,40	0,08
17,0	7,6	0,08	6,20	0,023	0,13	0,76	5,0	3,4	1,2	2,2	0,—	0,—
16,1	6,3	0,12	6,15	0,035	0,19	1,18	3,0	3,6	8,0	2,0	—	k. b.
13,7	3,1	4,00	6,71	0,002	0,09	0,66	1,2	1,8	3,8	2,0	—	z. m. ¹⁾
30,6	19,6	0,—	6,70	0,009	0,20	0,65	4,1	7,0	6,4	4,4	0,04	0,04
29,1	19,9	0,04	5,45	0,009	0,15 ^s	0,53	7,0	0,8	2,0	3,8	0,12	0,80
38,7	25,1	0,02	6,75	0,034	0,22	0,57	1,6	13,0	4,8	3,4	0,16	0,08
29,3	22,2	0,—	6,24	0,—	0,09 ^s	0,32	3,7	7,8	4,4	3,4	0,08	1,60

TABEL 3

Vatbaarheid van kiemplantjes in cultuurbuizen voor Fusarium

Gewas	Controle	Fusarium solani var. Martii	Fusarium angustum	Fusarium orth. var. longius	Fusarium orthoceras	Fusarium bulb. var. niveum	Fusarium oxysp. var. aurantiacum
Leidsche gele komkommer	3	4	10	6	9	2	10
Half lange witte Westlandsche kom- kommer	1	2	10	8	8	4	9
Dunkergroene Spiers komkommer	2	4	10	7	10	2	6
Improved Telegraph	0	3	8	8	8	3	7
Suikermeloen	1	2	10	8	10	4	10
Enkele netmeloen	1	3	10	7	10	3	9
Oranje ananasmeloen	0	3	10	3	9	3	6
Karbonkel meloen	0	3	8	10	4	5	9
Dubbele netmeloen	1	3	10	10	3	3	7
Gekruiste netmeloen	4	3	10	9	9	3	6
Vroege Veensche kassnijboon	1	2	6	9	4	4	9
Stoksnijboon ras Verschoor	1	5	4	9	5	5	5
Erecta smalscheedige pronkboon	0	7	5	5	5	5	10
Breedscheedige pronkboon	2	3	5	8	6	5	3
Stamprinsesseboon, dubbele zonder draad	1	2	6	6	5	5	10
Peen, Amsterdamsche bak, selectie proeftuin	3	4	7	5	4	3	4
Sls, Meikoningin	0	0	0	2	3	2	5
Andijvie n°. 5	—	1	9	10	10	3	10
Groenkraagbieten	5	3	10	10	3	5	3

Bovenstaande cijfers stellen elk een gemiddelde voor van de beoordelingen van 5 kiemplantjes, waarbij aan gezonde plantjes het cijfer 0 gegeven werd, aan plantjes met bruine wortels het cijfer 3 1/3, aan plantjes met bruinkleuring aan den stengelvoet het cijfer 6 2/3 en aan plantjes met een geheel bruinen stengel het cijfer 10.

TABEL 4

Afsterving van komkommer-, meloen- en boonplanten tengevolge van Fusarium-aantasting

Gewas	8 Oct. 1940	16 Oct. 1940	23 Oct. 1940	2 Nov. 1940	4 Nov. 1940	14 Nov. 1940	17 Nov. 1940	22 Nov. 1940	28 Nov. 1940	3 Dec. 1940	18 Dec. 1940	8 Jan. 1941
Leidsche gele komkommer	—	—	1	—	7	—	9	—	2	3	2	—
Halflange witte Westl. komkommer	—	—	3	—	1	—	11	—	2	2	2	3
Donkergroene Spiers komkommer	—	4	3	7	—	4	—	1	—	3	2	—
Improved Telegraph	—	—	5	5	—	9	—	1	—	4	—	—
Witte suikermeloen	—	6	—	1	—	9	—	5	—	3	—	—
Enkele netmeloen	8	—	2	4	—	5	—	5	—	—	—	—
Oranje ananasmeloen	—	—	3	—	4	—	7	—	5	4	1	—
Vroege Veense kassnijboon	—	—	—	3	—	4	—	—	6	2	5	5
Erecta smalscheedige pronkboon	—	—	—	—	—	4	—	—	5	3	2	10
Stamprincesseboon, dubbele zonder draad	—	6	13	1	—	3	—	—	—	—	1	—

TABEL 5

Gewas	14 Oct. 1941	24 Oct. 1941	30 Oct. 1941	8 Nov. 1941	15 Nov. 1941	21 Nov. 1941	5 Dec. 1941	18 Dec. 1941	8 Jan. 1942	22 Jan. 1942
Karbonkermeloen	—	—	1O	2O	—	4O+2N	1N	1N	4N	—
Dubbele netmeloen	—	—	1O+2N	2O	3O	1O+1N	1O+2N	1N	1N	—
Gekruiste netmeloen	—	—	—	3O	3N	3O	2O+2N	—	2N	—
Dubbele stamprinces met draad	8O	5N	1N	1N	—	—	—	—	—	—
Stoksnijsboon ras	7O	3N	3N	1N	—	—	1O	—	—	—
Breedscheedige pronkboon	—	—	—	—	—	1O+1N	1O+1N	1O+1N	5O+3N	1N

O = planten uit oude, minder goed verwarmde proefkas.

N = planten uit nieuwe, beter verwarmde proefkas.

TABEL 6

Vatbaarheid van kiemplantjes van onderstammen in cultuurbuizen voor Fusarium

Gewas	Contrôle	Fusarium solani var. Martii	Fusarium angustum	Fusarium orth. var. longius	Fusarium orthoceras	Fusarium bulb. var. niveum	Fusarium oxysp. var. aurantiacum
Baldur Délicatesse	1	6	6	9	9	2	4
Watermeloen Jeswiet	4	7	9	10	7	8	4
Hongaarsche suikermeloen Magyar Kincs	1	4	9	10	4	7	2
Hongaarsche suikermeloen Tours	0	6	5	10	2	4	4
Sierkalebas (gemengd)	2	2	1	4	1	2	0
Sierkalebas Turksche Muts	5	8	9	10	5	4	8
Zucchetti	5	3	7	9	9	3	6

Bovenstaande cijfers stellen hetzelfde voor als in tabel 3.

TABEL 7

Komkommerentingen op verschillende onderstammen 1942

Onderstam	Aantal entingen	Aantal geslaagde entingen	% geslaagd
Watermeloen Jeswiet	16	3	19
Watermeloen n°. 4	13	3	23
Sierkalebas (gemengd)	32	11	34
Baldur Délicatesse	12	6	50
Hongaarsche suikermeloen Magyar Kincs	19	1	5
Hongaarsche suikermeloen Tours	14	5	36
Watermeloen Sandor Pál Féle	12	1	8
Zucchetti	20	0	0

TABEL 8

Komkommerentingen met behulp van groeistoffen 1942

Behandeling	Aantal entingen	Aantal geslaagde entingen	% geslaagd
Water	38	8	21
Groeistof-oplossing	32	5	16
Lanoline	32	10	31
Lanoline + groeistof	32	8	25

TABEL 9

Komkommerentingen met behulp van groeistoffen 1943

Behandeling	Aantal entingen	Aantnl geslaagde entingen	% geslaagd
0,05 % traumazinezuur	40	—	0
0,01 % „	40	2	5
0,005 % „	29	1	4
0,001 % „	29	4	14
Water	69	4	6
Contrôle	69	16	23

TABEL 10

Komkommerentingen op verschillende onderstammen 1943 (1e partij)

Onderstam	Aantal entingen	% geslaagd
Sierkalebas (gemengd)	40	10
Zuchetti	30	0
Baldur Délicatesse	40	0
Hongaarsche suikermeloen Tours	20	0
Watermeloen Krimsky Pobeditl	7	29
Watermeloen n°. 4	18	22
		gem. 24

TABEL 10a

Meloenentingen op verschillende onderstammen 1943 (1e partij)

Onderstam	Aantal entingen	% geslaagd
Hongaarsche suikermeloen Tours	20	20
Hongaarsche suikermeloen Magyar Kines	10	0
Cantaloupe Obus	10	50
Sierkalebas (gemengd)	10	20
Baldur Délicatesse	10	10
Watermeloen Schaptehlér	16	13
Watermeloen Sandor Pál Féle	7	0
Watermeloen verbesserte Monory Magyar	5	20
Watermeloen n°. 4	9	44
Watermeloen Krimsky Pobeditl	8	50
		gem. 23
		gem. 24

TABEL 10b

Komkommerentingen op verschillende onderstammen 1943 (2e partij)

Onderstam	Aantal entingen	% geslaagd
Sierkalebas Merk Orange	10	70
" Appelvorm	10	50
" Miniatuur	10	80
" Wit Peervorm	10	90
" Tricolor	10	80
" Spoor (lepel).	10	80
" (gemengd).	40	65
" Turksche Muts.	4	75
Gemiddeld	—	74
Délicatesse Sluis	2	50

TABEL 10c

Meloenentingen op verschillende onderstammen 1943 (2e partij)

Onderstam	Aantal entingen	% geslaagd
Sierkalebas Merk Orange	10	80
" Appelvorm	10	100
" Miniatuur	10	100
" Wit Peervorm	10	100
" Tricolor	10	80
" Spoor (lepel).	10	100
" (gemengd).	10	100
" Turksche Muts.	3	100
Gemiddeld	—	94

TABEL 11

Fusarium groeiproeven in synthetische voedingsoplossing. Verband tusschen schimmel-ontwikkeling en afname van het NH_3 -gehalte in de vloeistof

	Schimmelgewicht in mg	NH_3 in mg N per 100 cc	Afname NH_3 -gehalte in mg N per 100 cc
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			
Na 3 dagen	10	111	—
" 7 "	40	102	9
" 10 "	84	100	11
" 14 "	95	96	15
NH_4NO_3			
Na 3 dagen	16	56	—
" 7 "	89	48	8
" 10 "	221	39	17
" 14 "	281	27	29

TABEL 12

Enting van gestoomden grond met Fusarium solani 1942
Afsterving van komkommerplanten

Behandeling	Aantal afgestorven planten						Aantal overlevende planten
	21 Sept.	3 Oct.	13 Oct.	24 Oct.	4 Nov.	13 Nov.	
Niet gestoomd	—	—	—	—	1	—	7
Gestoomd	1	3	1	2	—	1	—
Fusarium solani	1	2	2	1	—	1	1
Pathogene Fusarium oppervlakkig . .	1	1	3	1	—	—	2
Pathogene Fusarium ondergrond . .	3	—	2	1	1	—	1
Pathogene Fusarium ondergrond + Fusarium solani bovengrond	—	—	—	3	1	—	4

TABEL 13

Grondstoomen van platglas 1941
Opbrengst aan meloenen, gemiddeld per raam

Behandeling	Aantal	Gewicht in kg
Gestoomd en geënt met Fusarium solani .	2,5	2,9
Gestoomd	2,1	2,5
Niet gestoomd	1,4	1,3
1ste raam van elk gestoomd vak.	3,1	3,7

TABEL 14

Onderzoek grondstoomen 1939—1940
Inloed van stroo-afdekking op het warmteverlies van den grond na het stoomen

Afdekking	Diepte in cm	Gemiddelde temperatuur in ° C.		
		Direct na het stoomen	Ca. 4 uur na het stoomen	Ca. 24 uur na het stoomen
Zonder stroo . .	10	95	75	42
" " " "	25	91	86	52
" " " "	35	94	85	55
" " " "	50	62	64	50
Alleen stroo . .	10	—	77	52
" " " "	25	—	90	61
" " " "	35	—	97	64
" " " "	50	—	84	60
Zeil en stroo . .	10	—	78	64
" " " " "	25	—	88	74
" " " " "	35	—	90	80
" " " " "	50	—	88	74

TABEL 15

Onderzoek naar den invloed van verschillende omstandigheden op de ontsmettende werking van formaline en chloorpicrine op Fusarium

Naam ontsmettingsmiddel	Water- verzadiging van den grond	Schadelijke dosis per erlenmeyer in cc	Letale dosis		
			per erl. in cc	per rr ² , in liters	per are in liters
Formaline 40 % . .	55—60 %	0,1	0,15	12	84
" 40 % . .	70—75 %	0,05	0,15	12	84
" 40 % . .	85—90 %	0,05	0,10	8	56
Chloorpicrine . . .	40—45 %	0,003	0,003	0,24	1,68
" . . .	55—60 %	0,004	0,005	0,4	2,8
" . . .	70—75 %	0,005	0,01	0,8	5,6
Temperatuur					
Formaline 40 % . .	5° C.	—	0,10	8	56
" 40 % . .	15° C.	—	0,10	8	56
" 40 % . .	25° C.	—	0,08	6,4	44,8
Chloorpicrine . . .	5° C.	—	0,003	0,24	1,68
" . . .	15° C.	—	0,003	0,24	1,68
" . . .	25° C.	—	0,003	0,24	1,68

TABEL 16

*Ontsmetting van platglas-rijen met chloorpicrine en formaline 1942
Afsterfing van komkommerplanten tengevolge van Fusarium-aantasting*

Behandeling	% afgestorven planten		
	13 Aug.	26 Aug.	10 Sept.
Contrôle	14	19	24
Formaline lokaal	14	19	29
Formaline algeheel	7	11	17
Formaline algeheel, 84 liter per are	7	10	14
Formaline algeheel, 140 liter per are	7	12	19
Chloorpicrine lokaal	0	5	10
Chloorpicrine algeheel	4	14	26
Chloorpicrine lokaal, 0,01 liter per raam	0	2	7
Chloorpicrine lokaal, 0,015 liter per raam	0	7	12
Chloorpicrine algeheel, ± 3 liter per are	2	12	26
Chloorpicrine algeheel, ± 4 liter per are	5	17	26
Met germisan	6	13	23
Zonder germisan	3	8	14

TABEL 17

Ontsmetting van platglas-rijen met chloorpicrine en formaline 1942
Opbrengst aan komkommers, gemiddeld per raam

Behandeling	28 Aug.		Totaal	
	aantal	gewicht in kg	aantal	gewicht in kg
Contrôle	3,2	1,7	18,8	10,4
Formaline lokaal	2,7	1,5	17,4	9,8
Formaline algeheel	5,4	3,0	20,2	11,8
Formaline algeheel, 84 liter per are	5,6	3,1	20,0	11,8
Formaline algeheel, 140 liter per are	5,2	2,8	20,5	11,8
Chloorpicrine lokaal	5,2	2,7	20,8	11,7
Chloorpicrine algeheel	4,6	2,5	18,4	10,6
Chloorpicrine lokaal, 0,01 liter per raam	5,9	3,2	20,8	11,8
Chloorpicrine lokaal, 0,015 liter per raam	4,5	2,3	20,7	11,6
Chloorpicrine algeheel, \pm 3 liter per are	4,4	2,4	18,0	10,3
Chloorpicrine algeheel, \pm 4 liter per are	4,8	2,7	18,8	11,0
Met germisan	5,4	2,9	20,1	11,5
Zonder germisan	4,5	2,5	19,3	11,1

TABEL 18

Ontsmetting van platglas rijen met chloorpicrine 1943
Jong afgestorven komkommerplanten

Per hoeveelheid chloorpicrine gemiddeld	Per afdekking gemiddeld
Contrôle 0 %	Papier 11 %
\pm 2 liter per are 11 %	Fusarium solani 11 %
\pm 3 liter per are 11 %	Koemest 16 %
\pm 4 liter per are 9 %	Onbedekt 9 %
	Water 7 %

TABEL 19

Ontsmetting van platglas rijen met chloorpicrine 1943
Op 14 Augustus afgestorven komkommerplanten

Per rij gemiddeld	Per afdekking gemiddeld
Rij 8 34 %	\pm 4 liter per are 35 %
Rij 9 44 %	Papier 38 %
Rij 10 63 %	Onbedekt 47 %
	Water 51 %
	Fusarium solani 38 %
Per hoeveelheid chloorpicrine gemiddeld	Koemest 47 %
Contrôle 67 %	
\pm 2 liter per are 56 %	
\pm 3 liter per are 45 %	

TABEL 20

Ontsmetting van platglas rijen met chloorpicrine 1943
Opbrengst aan komkommers, gemiddeld per raam

Behandeling		Aantal	Gewicht
Contrôle	—	12,7	9,3
Papier	± 2 liter per are	15,1	10,8
Onbedekt	± 2 " " "	12,5	9,0
Water	± 2 " " "	11,7	8,0
Fusarium solani	± 2 " " "	13,1	9,7
Koemest	± 2 " " "	13,7	9,7
Papier	± 3 " " "	13,8	9,4
Onbedekt	± 3 " " "	13,7	9,6
Water	± 3 " " "	12,2	8,7
Fusarium solani	± 3 " " "	13,5	9,5
Koemest	± 3 " " "	12,7	8,8
Papier	± 4 " " "	16,8	12,0
Onbedekt	± 4 " " "	14,1	10,0
Water	± 4 " " "	14,1	10,4
Fusarium solani	± 4 " " "	12,8	8,9
Koemest	± 4 " " "	12,6	8,5
Per rij gemiddeld:			
Rij 8		12,5	8,9
Rij 9		12,7	8,1
Rij 10		15,2	11,0
Per hoeveelheid chloorpicrine gemiddeld:			
± 2 liter per are		13,2	9,4
± 3 liter per are		13,2	9,2
± 4 liter per are		14,1	10,0
Contrôle		12,7	9,3
Per afdekking gemiddeld:			
Papier		15,2	10,7
Onbedekt		13,4	9,5
Water		12,7	9,0
Fusarium solani		13,6	9,4
Koemest		13,—	9,1
Contrôle		12,7	9,3

TABEL 21

Laboratoriumonderzoek naar de doodende werking van diverse chemische bestrijdingsmiddelen op Fusarium in grond

Naam ontsmettingsmiddel	Schadelijke dosis per erlenmeyer	Letale dosis		
		per erlenmeyer	per m ² ,	per are
Formaline 40 %	0,05 cc	0,15 cc	12 l	84 l
Germisan	0,05 g	0,1 g	8 kg	56 kg
Sublimaat	0,05 g	0,1 g	8 kg	56 kg
Ceresan	0,05 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
Uspulun	0,1 g	> 0,25 g	> 20 kg	> 140 kg
Aretan	0,1 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
Abavit	0,1 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
Aziijnzuur ± 100 %	0,25 cc	0,25 cc	20 l	140 l
Chloorpicrine	0,005 cc	0,01 cc	0,8 l	5,6 l
Benzine	2,5 cc	> 2,5 cc	> 200 l	> 1400 l
Subcidine	> 0,01 cc	> 0,01 cc	> 0,8 l	> 5,6 l
Raschiet	0,125 g	> 0,125 g	> 10 kg	> 70 kg
Methallyl chloride	0,125 cc	> 0,125 cc	> 10 l	> 70 l
Para-dichloor-benzol	0,125 g	> 0,125 g	> 10 kg	> 70 kg
CaO + ijzersulfaat	4 g	> 10 g	> 800 kg	> 5600 kg
Normaal pappoeider	0,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
CuSO ₄	0,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
Cheshunt compound	1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
Koper Wacker	> 1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
CuCO ₃ , Cu(OH) ₂	> 0,25 g	> 0,25 g	> 20 kg	> 140 kg
Malachiet groen	> 0,05 g	> 0,05 g	> 4 kg	> 28 kg
Watergaster	1 cc	> 1 cc	> 80 l	> 560 l
Olanolis	> 1 cc	> 1 cc	> 80 kg	> 560 l
Vruchtboomcarbolineum	1 cc	> 1 cc	> 80 l	> 560 l
Ruwe cresol	> 0,125 cc	> 0,125 cc	> 10 l	> 70 l
Cresylzuur	> 0,125 cc	> 0,125 cc	> 10 l	> 70 l
Cresolzeep	0,3 cc	0,5 cc	40 l	280 l
Lysolid	0,5 g	> 0,5 g	> 40 kg	> 280 l
50/60 % carbolzuur	0,2 cc	0,5 cc	40 l	280 l
Petroleum-emulsie afd. B	> 0,5 cc	> 0,5 cc	> 40 l	> 280 l
Chinosol	0,1 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
Brassicol	> 1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
Cystogon	> 1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
NaCN	0,25 g	> 0,25 g	> 20 kg	> 140 kg
Culturapoeder	> 0,5 g	> 0,5 g	> 40 kg	> 280 kg
„Plantensap”	> 0,25 g	> 0,25 g	> 20 kg	> 140 kg
Etimolos	> 0,5 cc	> 0,5 cc	> 40 kg	> 280 kg
Formactine	> 0,5 cc	> 0,5 cc	> 40 kg	> 280 kg

TABEL 22

*Locale ontsmetting van platglas-rijen met formaline 1941
Opbrengst aan komkommers, gemiddeld per raam*

Behandeling	Aantal ramen	Aantal	Gewicht in kg
Contrôle	12	17	10,2
Grond ontsmet met formaline	10	21	12,7
Gestoomde grond	10	17	9,8
0,1 liter formaline per raam	18	16	10,1
0,2 liter formaline per raam	18	16	9,9
0,3 liter formaline per raam	18	17	10,5

TABEL 23

Locale ontsmetting van platglas-rijen 1941
Opbrengst aan meloenen gemiddeld per raam

Behandeling	Aantal ramen	Aantal	Gewicht in kg
0,1 liter formaline per raam	24	3,8	5,0
0,2 liter formaline per raam	24	3,9	5,4
0,3 liter formaline per raam	24	3,6	4,9
Formaline	24	3,6	4,8
Formaline + normaal pappoeder	24	3,5	5,0
Formaline + germisan	24	4,1	5,5
Contrôle	14	3,5	4,6

TABEL 24

Locale ontsmetting bij potproef 1940
Afsterving van komkommerplanten

Behandeling	17—30 Sept.	1—15 Oct.	16—31 Oct.	1—15 Nov.	16—30 Nov.	Na 1 Dec.
Normaal pappoeder	—	—	2	1	—	3
Uspulun	2	—	2	—	—	2
Contrôle	1	—	1	1	—	—
Fusarium in pot	1	2	—	1	2	—
Fusarium om pot	—	1	2	1	2	—

TABEL 25

Locale ontsmetting in potten en op bedden
Afsterving in potten en op bedden

Groeiplaats	Behandeling	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
Bed	Contrôle	—	—	—	—	2	4
"	Normaal pappoeder	—	—	—	—	—	6
"	Sublimaat	—	—	—	1	—	5
Potten	Contrôle	1	—	1	1	1	2
"	Normaal pappoeder	—	—	3	1	2	—
"	Sublimaat	—	—	—	6	—	—
"	Uspulun	—	1	2	1	—	2
"	Germisan	—	—	2	—	—	4
"	Ceresan	—	—	3	1	1	1